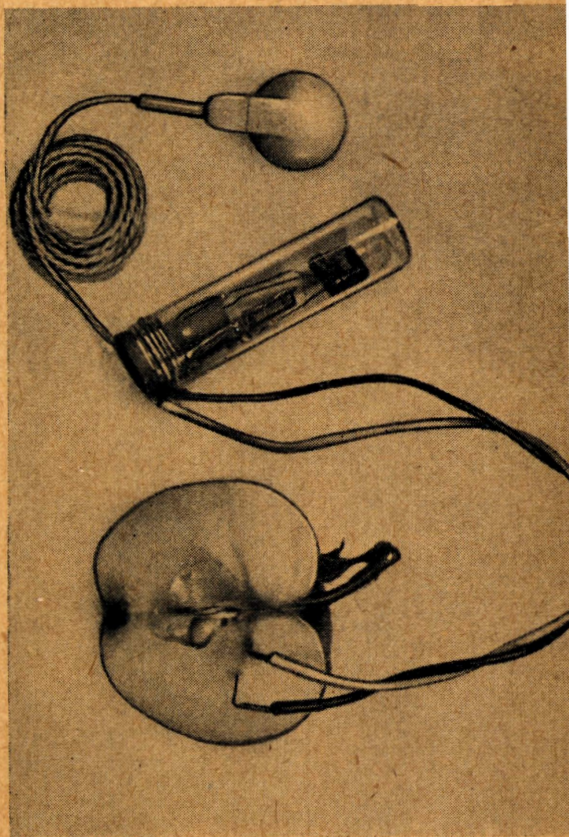


# 35

## DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR



Hagen Jakubaschk

### Transistorschaltungen (II)

Der praktische Funkamateurl · Band 35  
Transistorschaltungen (II)



Hagen Jakubaschk

# Transistorschaltungen (II)



Deutscher Militärverlag

Redaktionsschluß: 8. Dezember 1962

1. bis 20. Tausend

Deutscher Militärverlag · Berlin 1963

Lizenznummer 5

Zeichnungen: Brigitta Westphal

Fotos: Verfasser

Lektor: Sonja Topolov

Vorauskorrektor: Evelyn Lemke, Korrektor: Hanns Seidel

Hersteller: Jürgen Hecht

Gesamtherstellung: Druckerei Sächsische Zeitung, Dresden

Preis: 1.90 DM



## Vorwort

Der außergewöhnliche Erfolg des Heftes 20 der Reihe „Der praktische Funkamateur“ ließ schon bald den Wunsch nach einer Fortsetzung dieser kleinen Schaltungssammlung entstehen. Im vorliegenden zweiten Teil sind wiederum eine Anzahl neuerer, zum größten Teil im Labor des Verfassers entwickelter und gründlich erprobter Schaltungen zusammengestellt. Die Systematik ist der des ersten Teiles ähnlich. Zugunsten der Vielseitigkeit wurde hier auf Varianten von bereits im ersten Teil veröffentlichten Schaltungen und auf inzwischen allgemein bekannte Standardschaltungen verzichtet. So sind beispielsweise Schaltungen für Transistor-Audions im ersten Teil zu finden. Zur Vervollständigung wird mehrfach auf andere Hefte dieser Broschürenreihe verwiesen. Der vorliegende zweite Teil ist jedoch ebenso wie der erste eine thematisch abgeschlossene Broschüre.

Die meisten der hier gezeigten Schaltungen wurden noch mit den Transistortypen der ovalen Bauformreihe OC 810 ... 821 aufgebaut, die beim Amateur und Bastler inzwischen zahlreich verwendet werden. Diese Typen können ohne weiteres durch die elektrisch näherungsweise gleichen Typen der neueren Bauformreihe OC 824 ... 829 ersetzt werden. Häufig sind die sehr preisgünstig angebotenen 2.-Wahl-Typen für Bastler- und Lehrzwecke verwendbar.

Meßgeräte für und mit Transistoren sind hier nicht behandelt. Sie werden in Kürze in dem Band „Transistor-Meßgeräte“ innerhalb dieser Broschürenreihe beschrieben.

Der erste Teil brachte dem Verfasser außergewöhnlich viele Leserzuschriften, die das große Interesse an einer derartigen Schaltungssammlung erkennen ließen. Bei der Zusammenstellung des zweiten Teiles konnten die zahlreichen Anregungen und Hinweise — für die der Verfasser an dieser Stelle dankt — weitgehend berücksichtigt werden. Verlag und Verfasser haben die Hoffnung, daß auch der zweite Teil wieder zahlreiche Anregungen für Funkamateure, Radioklubs und darüber hinaus allen am Halbleiter-

basteln Interessierten bringt und insbesondere die jungen Bastelfreunde der GST für die weitere Beschäftigung mit dieser interessanten Technik im Rahmen der Organisation gewinnen wird.

Brandenburg, im Dezember 1962

Hagen Jakubaschk

## **1. EMPFÄNGER**

Wie einleitend erwähnt, wurden einfache Transistor-Audionschaltungen bereits im ersten Teil (Heft 20 der Reihe) behandelt. Auch die Beschreibung eines einfachen Transistorsupers ist dort zu finden. Hier werden deshalb nur einige Empfängerschaltungen gezeigt, die die Energie des Ortssenders zur Speisung des Transistors benutzen. Der anschließend beschriebene, weiterentwickelte Transistorsuper wird weitgehend mit den jetzt erhältlichen Kleinbauteilen des „Sternchen“-Empfängers aufgebaut, jedoch ohne Import-Transistoren. Speziell für den Funkamateur folgt ein 80-m-Fuchsjagdkonverter, der die Benutzung normaler unveränderter Taschenempfänger für Fuchsjagen ermöglicht.

### **1.1 Batterielose Empfänger mit Transistorspeisung aus der Ortssender-Energie**

Einfache Transistorgeräte zum Empfang des Ortssenders werden meist als Detektorschaltung mit NF-Verstärkerstufe oder auch als Transistor-Audion aufgebaut. Zur Stromversorgung des Transistors dient dann meist eine kleine Batterie. Da der Transistor zum Betrieb nur wenig Strom benötigt, liegt der Gedanke nahe, im Nahfeld eines Senders die von der Antenne aufgenommene Energie gleichzurichten und zur Speisung des Transistors zu benutzen, wodurch eine zusätzliche Stromquelle entfällt.

Naturgemäß kann von solchen Schaltungen keine Wunderwirkung erwartet werden, ein Lautsprecherempfang wird sich in dieser Art praktisch nie verwirklichen lassen. Immerhin bringen die hier gezeigten Schaltungen doch bedeutend bessere Ergebnisse als vergleichbare Detektorschaltungen, deren Aufwand auch nicht viel geringer ist. Darüber hinaus ist das Prinzip an sich deshalb interessant, weil es ein Beispiel für die spezifischen und mitunter originellen Schaltungslösungen der Halbleitertechnik bildet.

Vorweggenommen sei, daß Ferritstab-, Zimmer- und ähnliche Behelfsantennen bei diesen Schaltungen ausscheiden, weil ihre Leistungsaufnahme beziehungsweise die in Abhängigkeit von der effektiven Höhe induzierte Spannung zu gering sind.

Bild 1 zeigt eine einfache Schaltung dieser Art. Sie wurde — wie auch die Schaltungen nach Bild 2, 3 und 4 — für eine Frequenz des Ortssenders von 912 kHz dimensioniert, weil ein entsprechender Sender für die Erprobung am Wohnort des Verfassers zur Verfügung stand. Für andere Sendefrequenzen wird der Schwingkreiskondensator (100 bzw. 120 pF in Bild 1 bis 3, C 3 und C 4 in Bild 4) entsprechend geändert. Der Transistor OC 813 (auch OC 870, 871, 872) erfüllt hier gleichzeitig die Funktion des Demodulators und des NF-Nachverstärkers. Die Germaniumdiode OA 625 sei zunächst nicht vorhanden. Die Schaltung entspricht dann (bis auf die fehlende Batterie) einem normalen Detektorempfänger.

Die Kollektorspannung für den Transistor wird durch Gleichrichtung der Resonanzspannung am Schwingkreis mit der Diode OA 625 gewonnen. Um eine hinreichend hohe Spannung zu erhalten, muß die Diode an das „heiße“ Ende

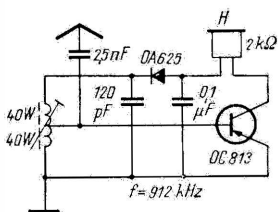


Bild 1

Einfache Detektorschaltung mit Transistor. Die Betriebsspannung für den Transistor wird aus der Antennenenergie gewonnen

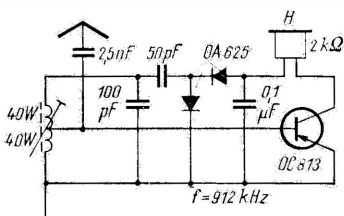


Bild 2

Durch Spannungsverdopplung läßt sich eine höhere Betriebsspannung für den Transistor erreichen

Bild 3

Einfachste Schaltung für einen Transistor-Detektor mit „Eigen-speisung“. Der Transistor arbeitet hier als Demodulator, Gleichrichter für die Erzeugung der Speise-spannung und als NF-Verstärker

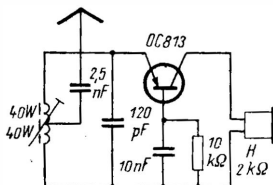
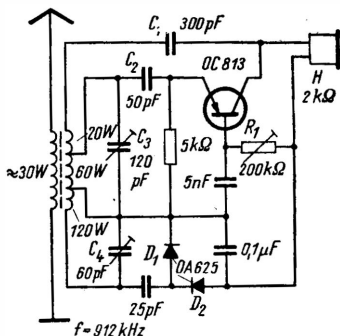


Bild 4

Durch Verwendung getrennter Schwingkreise und einer Spannungsverdopplerschaltung gelingt es, ein normal aufgebautes Transistor-Audion aus der Senderenergie zu betreiben. Das vom Orts-sender gespeiste Audion kann dann auch den Empfang anderer Sender ermöglichen



des Schwingkreises, nicht an die Anzapfung angeschlossen werden. Die leichte Bedämpfung des Schwingkreises wird dabei in Kauf genommen. Die Größe des Ladekondensators (im Beispiel  $0,1 \mu\text{F}$ ) wird durch Einstellung auf beste Lautstärke gefunden, da sich hier unter Umständen zwei Effekte überschneiden können: Der Speisekreis mit Diode und Kopfhörer wirkt nämlich ebenfalls als Detektorkreis, seine NF-Spannung liegt gleichphasig mit der vom Transistor abgegebenen. Mit dem Ladekondensator läßt sich daher ein Kompromißwert zwischen Speisespannung für den Transistor und „Restwelligkeit“ dieser Spannung finden. In Bild 1 wird nur die Hälfte der Senderenergie ausgenutzt, da ja die Diode nur eine Halbwelle gleichrichtet. Nach Bild 2 lassen sich jedoch beide Halbwellen nutzbar machen, außerdem wenden wir eine Spannungsverdopplung („De-lon-Schaltung“) an. Hiermit läßt sich bereits ein ganz beachtlicher Lautstärkegewinn erreichen. Kritisch ist dabei der 50-pF-Ankoppelkondensator. Sein Wert beeinflußt die

am Ladekondensator  $0,1 \mu\text{F}$  entstehende Spannung, andererseits bedämpfen die Dioden den Schwingkreis, um so mehr, je größer der Kondensator ist. Eventuell kann hierfür ein kleiner, nach Gehör einzustellender Trimmer benutzt werden. Er ist dann wechselseitig mit der Abstimmung (Spulenkern) abzugleichen, da seine Kapazität auch in den Schwingkreis eingeht.

Der Transistor wird in beiden Schaltungen stromarm im Bereich des Kollektorreststromes betrieben, da die Basis keine Vorspannung bekommt. Trotzdem bleiben die theoretisch zu erwartenden Verzerrungen durchaus in tragbaren Maßen.

Eine ungewöhnliche Schaltung, die an Einfachheit kaum noch zu unterbieten ist, zeigt Bild 3. Hier übernimmt es der Transistor außer den bisherigen Funktionen auch noch, seine eigene Speisespannung bereitzustellen. Wie leicht einzusehen ist, wird der in der Basisleitung liegende Kondensator über die Diodenstrecke Basis-Emitter mit Plus an der Basis aufgeladen. Obwohl diese Schaltung der Theorie zu widersprechen scheint, ergibt sie immer noch eine merklich größere Lautstärke als ein normaler Detektorempfänger mit Germaniumdiode unter sonst gleichen Verhältnissen. Etwas kritisch ist der  $10\text{-k}\Omega$ -Basiswiderstand, der nach Gehör genau bemessen wird.

In den Schaltungen Bild 1 bis 3 wird der Schwingkreis durch den Gleichrichter relativ stark bedämpft, so daß sich keine allzu hohe Resonanzspannung ergibt. Es ist daher günstiger, für Demodulation und Betriebsspannungserzeugung getrennte Schwingkreise mit geeignet gewählten L/C-Verhältnissen vorzusehen. Im Nahfeld stärkerer Sender kann die Betriebsspannung sogar schon zum Betrieb eines Audions ausreichen. Eine solche Schaltung zeigt Bild 4. Der verwendete HF-Transistor soll nicht zu geringe Stromverstärkung haben. Die Spule ist eine Topfkernspule üblicher Art, der obere Schwingkreis mit C 3 gehört zur Audionschaltung. Die Lage der Anzapfung (bei etwa 20 Wdg.) und die genaue Größe des Rückkopplungskondensators C 1 müssen je nach Transistor-Exemplar ausprobiert werden. Mit R 1 wird der Rückkopplungseinsatz fein eingestellt. Zweck-

mäßig werden für diese Vorversuche zunächst D 1 und D 2 entfernt; statt dessen schließt man eine kleine 1,5-V-Monozelle an. Der Speisestrom-Schwingkreis mit C 4 arbeitet so, wie bei Bild 2 erläutert. Wenn es gelingt, für alle genannten Faktoren die optimalen Werte zu finden, können C 3 und R 1 sogar durchstimmbar gemacht werden, und es ist dann möglich, mit dem Audion auch andere, schwächere Sender zu empfangen, ohne daß der Ortssender störend „durchschlägt“! Beim Mustergerät gelang das allerdings nur im stationären Betrieb bei konstanten Verhältnissen. Lediglich gute Hochantennen werden jedoch dafür ausreichen. Immerhin ist das Gerät nach Bild 4 dann praktisch ein vollwertiger Audionempfänger für die gesamte Mittelwelle. Im übrigen sei hier an eine zu Unrecht fast vergessene Antennenform erinnert, die sich gerade bei der Erprobung dieser Schaltungen bestens bewährte: die Bodenantenne. Hierzu werden im Freien einfach zwei normale Drähte von je 20 bis 25 m Länge auf dem Erdboden in entgegengesetzter Richtung ausgelegt. Die Enden laufen beim Empfänger zusammen und bilden „Antenne“ und „Erde“. Die günstigste Himmelsrichtung dieses überdimensionalen „Dipols“ ist von Fall zu Fall auszuprobieren. Eine solche Bodenantenne brachte im Freien stets bessere Ergebnisse als Wurfantennen, zwischen Bäumen improvisierte Hochantennen und ähnliche Unterwegs-Behelfe. Selbst das Audion nach Bild 4 konnte damit in einem reichlich 20 km vom 5-kW-Ortssender entfernten bewaldeten Talkessel mit etwas Geduld noch zum Schwingen gebracht werden, während ein handelsüblicher Detektorempfänger dort gerade die Andeutung eines Empfanges brachte. Ein Beweis dafür, wieviel Energie gerade in einfachen Detektorschaltungen noch „verschenkt“ wird. Im übrigen hängt das Ergebnis natürlich weitestgehend von den örtlich gegebenen Verhältnissen ab.

Kurz erwähnt sei nur noch, daß die Schaltungen nach Bild 1 bis 4 nicht gegen die einschlägigen postalischen Bestimmungen verstoßen, da diese lediglich die Verwendung der vom Sender ausgestrahlten Energie zu anderen als Empfangszwecken untersagen. Ein Verstoß wäre es bei-

spielsweise, wenn nach diesem Speisungsprinzip etwa der Demonstrations-Transistorsummer nach Abschnitt 6.2 dieses Büchleins betrieben würde.

## **1.2 Transistorsuper für Mittelwelle mit 6 Transistoren**

Im Teil I wurde bereits der Selbstbau eines Transistor-supers ohne Verwendung von Spezialteilen beschrieben. Die Anfertigung der Spulen und Filter ist jedoch nicht jedermanns Sache, außerdem war es für den weniger Geübten nicht immer ganz einfach, mit den seinerzeit verfügbaren Transistoren brauchbare HF-Leistungsfähigkeit zu erreichen. Im folgenden wird daher eine neuere Schaltung beschrieben, die unter Verwendung der jetzt erhältlichen HF-Transistoren OC 872 und OC 871 sowie der ebenfalls ausreichend im Handel befindlichen Bauteile des bekannten Taschenempfängers „Sternchen“ den Aufbau eines leistungsfähigeren Supers ermöglicht. Da das „Sternchen“ mit Import-HF-Transistoren bestückt ist, die nicht einzeln erhältlich sind, mußten die selbstschwingende Mischstufe und der ZF-Verstärker der hier gezeigten Schaltung etwas anders dimensioniert werden. Die Dimensionierung des letzteren geht dabei auf eine Veröffentlichung von W. Stoeckel, IHT Teltow „radio und fernsehen“, (Heft 3/1962), zurück. Die Endstufe entspricht praktisch der des „Sternchen“, kann natürlich auch nach Belieben anders, zum Beispiel mit einem kräftigen Transistor-NF-Verstärker etwa nach Abschnitt 2.5 dieses Heftchens, aufgebaut werden. Erwähnt sei jedoch, daß sich dieser wie auch jeder andere Transistorsuper (obwohl wesentlich unkritischer aufzubauen als der in Heft 20 beschriebene) nicht als Erstlingswerk für den Bastelanfänger eignet. Einige Erfahrungen im Umgang mit Transistoren sowie Grundkenntnisse über Aufbau und Abgleich eines Supers müssen naturgemäß vorausgesetzt werden.

Bild 5a zeigt die Schaltung des HF- und ZF-Teiles des Transistorsupers, Bild 5b die Schaltung von NF-Verstärker und Endstufe. Die Mischstufe ist selbstschwingend, sie arbeitet für die Empfangsfrequenz in Emitterschaltung, für die



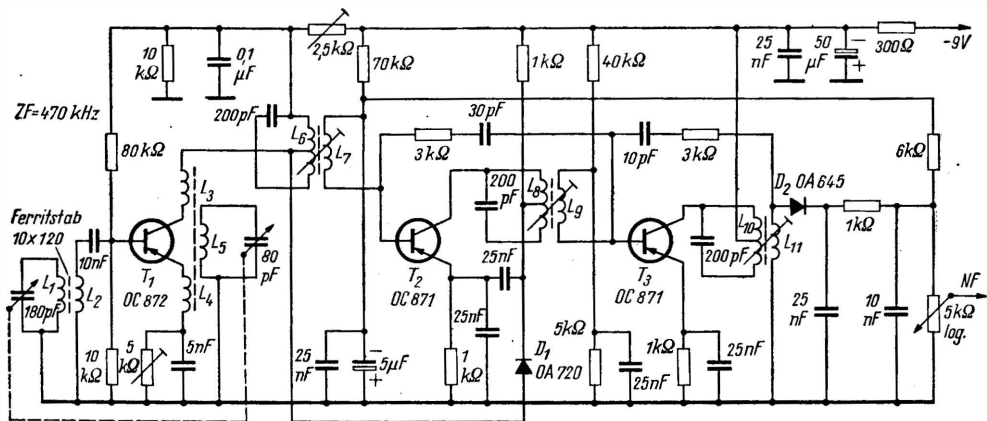


Bild 5a Schaltung von HF- und ZF-Teil des Transistorsupers. Die Zwischenfrequenz betragt 470 kHz



der Speiseleitung zur Mischstufe bestimmt neben einer Veränderung des Arbeitspunktes des Mischtransistors den Einsatz der Regelung (Einsatzpunkt für die Dämpfungsdiode D 1). Beide Regler sind wechselseitig einzustellen, dieser Reglerabgleich ist mit dem 5-k $\Omega$ -Emitterregler zu beenden, sobald für den 2,5-k $\Omega$ -Regler die günstigste Stellung gefunden wurde. Die Diode D 1 soll etwa dann öffnen, wenn der Kollektorstrom von T 2 bei einer entsprechend hohen HF-Spannung bis auf etwa 0,2 bis 0,5 mA herabgeregelt ist. Näheres zur Art der Schwundregelung wird noch ausgeführt.

Die Oszillatorspule L 3/L 4/L 5 fertigen wir selbst an. Benutzt wird ein normaler Stiefelspulenkernel 8·30 mm, dem jedoch zwei HF-Kerne eingedreht werden. L 5 bekommt 140 Wdg. HF-Litze (CuLS 3·0,07) in Lagenwicklung (3 Lagen). Über das Masseende von L 5 wird L 4 mit zunächst 3 Wdg. 0,1 CuL gewickelt. Diese Windungszahl kann sich in seltenen Fällen — falls der Oszillator entweder nicht anschwingt oder instabil arbeitet — etwas ändern. Mit 2 mm Abstand vom kalten Ende von L 5 wird L 3, mit etwa 20 Wdg. 0,1 CuL eng gewickelt, aufgebracht. Die Windungszahl beeinflußt das Rückkopplungsverhältnis und kann, falls der Oszillator auch nach Umpolen von L 3 nicht anschwingen will, etwas geändert werden, soll aber nicht größer sein, als zum sicheren Anschwingen über den ganzen Frequenzbereich erforderlich ist.

Für die Bandfilter L 6/L 7, L 8/L 9 und L 10/L 11 werden die Original-„Sternchen“-Bandfilter benutzt. Zu beachten ist jedoch, daß hier für alle drei Filter die Originalausführung „Bandfilter I“ (Farbkennzeichnung: roter Punkt) des „Sternchen“ in Frage kommt, da die „Sternchen“-Filter nicht identisch sind und für die Transistoren OC 871 nicht ohne weiteres passen würden. Die 1. ZF-Bandfilter des „Sternchen“ haben jedoch gerade die hierfür richtigen Werte, lediglich die Wicklung L 11 (sie hat im Original 10 Wdg.) muß auf 25 Wdg. erhöht werden, was durch vorsichtiges Öffnen und Aufbringen der zusätzlichen 15 Wdg. 0,1-CuL-Draht verhältnismäßig leicht möglich ist. Wer die Bandfilter auf Original-„Sternchen“-Filterspulenkörpern

selbst wickeln will, benutzt für alle Wicklungen 0,1-CuL-Draht. Es erhalten dann L 6: 140 Wdg. mit Anzapfung bei der 45. Wdg. von Minus, L 7: 10 Wdg., L 8 wie L 6, L 9 wie L 7, L 10 wie L 6, L 11: 25 Wdg. Für die ZF-Transistoren T 2 und T 3 kann ohne weiteres auch der OC 872 benutzt werden, lediglich die Werte der Neutralisationszweige  $3\text{ k}\Omega/30\text{ pF}$  beziehungsweise  $3\text{ k}\Omega/10\text{ pF}$  können sich dann etwas ändern. Sie müssen ebenfalls geändert werden, wenn in Ausnahmefällen Selbsterregung im ZF-Verstärker auftreten sollte. Sie ist daran zu erkennen, daß bei stillgelegter Mischstufe oder Kurzschluß von L 1 am Lautstärkeregler  $5\text{ k}\Omega$  bereits eine Richtspannung von mehreren Volt auftritt. Die Demodulation erfolgt mit D 2; diese Diode stellt gleichzeitig die Regelspannung für die 1. ZF-Stufe bereit. Für diese bildet der  $5\text{-k}\Omega$ -Lautstärkeregler einen Teil des Basisspannungsteilers, gleichzeitig ist er Arbeitswiderstand für D 2. Die 2. ZF-Stufe und die Mischstufe werden nicht geregelt. Um Übersteuerungen des ZF-Verstärkers auch bei stärkeren Sendern zu vermeiden, ist eine weitere Regelung vorgesehen, die durch Bedämpfung des 1. Bandfilters L 6 mittels der Diode D 1 wirkt. D 1 ist normalerweise in Sperrichtung vorgespannt, da die Kollektorspannung von T 2 niedriger ist als die von T 1 (die hierzu mit dem  $2,5\text{-k}\Omega$ -Trimmregler in gewissen Grenzen geändert werden kann). Bei ansteigender Feldstärke wird T 2 durch die von der Diode D 2 erzeugte positive Richtspannung allmählich zugeregelt, so daß seine Kollektorspannung ansteigt. Übersteigt sie den Wert der Kollektorspannung von T 1, dann öffnet die Diode D 1, und ihr jetzt geringer dynamischer Widerstand liegt wechselstrommäßig parallel zur oberen Teilwicklung von L 6, so daß dieser Kreis stark gedämpft wird. Durch die beschriebene Einstellung des  $2,5\text{-k}\Omega$ -Reglers kann erreicht werden, daß D 1 gerade dann öffnet, wenn T 2 so weit zugeregelt ist, daß diese Regelung allein bei weiterem Ansteigen der HF-Spannung nicht mehr ausreichen würde. Gleichzeitig ergibt die Bedämpfung von L 6 durch D 1 bei starken Sendern (Ortsempfang) eine dann durchaus erwünschte leichte Vergrößerung der Bandbreite.

Zum Abgleich des Supers ist hier wenig zu sagen, da er sich im Prinzip nicht vom Abgleich eines normalen Supers unterscheidet, dessen Beherrschung natürlich beim Selbstbau eines Transistorsupers vorauszusetzen ist. Eventuell kann man sich die nötige geringe Übung durch Abgleichübungen an industriellen Transistorsupern erwerben. Im übrigen kann der Abgleich ohne weiteres auch nach dem jedem „Sternchen“-Empfänger beigegebenen Abgleichplan erfolgen, den man sich gegebenenfalls in einer Werkstatt ausleiht. Bis auf die geringfügig abweichende Zwischenfrequenz (hier 470 kHz) entspricht der Abgleichvorgang genau dem des „Sternchen“. Etwas Vorsicht ist lediglich bei etwa auftretender ZF-Selbsterregung geboten (Röhrenvoltmeter oder hochohmigen Vielfachmesser parallel zum Lautstärkeregler belassen!), da es dann sehr schnell zu Beschädigungen der Transistoren und eventuell der Diode D 2 kommen kann.

Zu der NF-Verstärkung (Bild 5b) ist hier wenig zu sagen. Die gezeigte Schaltung entspricht der des „Sternchen“ und benutzt dessen NF-Übertrager K 20 (Treibertrafo) und K 21 (Ausgangstrafo). Der Kompensations-Heißleiter HLS 300 (Hersteller: Keramische Werke Hermsdorf VEB) kann notfalls durch einen Festwiderstand gleichen Ohmwertes ( $300\ \Omega$ ) ersetzt werden. Mit dem  $30\text{-k}\Omega$ -Basisspannungsteiler-Widerstand wird der Kollektor-Ruhestrom der beiden Endtransistoren T 5 und T 6 auf je 0,5 mA (bei zuge-drehtem Lautstärkeregler) eingestellt, der angegebene Wert ist also nur Richtwert. Für T 5 und T 6 können zur Erreichung einer höheren Endleistung auch die Transistorentypen OC 821 benutzt werden, deren Kollektor-Ruhestrom man zweckmäßig auf je etwa 0,8 bis 1 mA einstellt. Für T 4 verwendet man dann einen OC 816, für die Übertrager die Typen K 30 (Treibertrafo) und K 31 (Ausgangstrafo), jedoch können — um den Preis einer etwas geringeren Leistungsausbeute, die allerdings immer noch höher als bei einer OC 816-Endstufe ist — auch die Trafos K 20 und K 21 beibehalten werden sowie bei T 4 der OC 811. Die Endstufentransistoren sollen möglichst gepaart sein (der OC 821 wird hierfür als Pärchen „2 OC 821“ geliefert), wenn auf

geringe Verzerrungen Wert gelegt wird. Übrigens kann bei Verwendung von 2 OC 821 in Verbindung mit dem K 21 eine etwas günstigere Anpassung erreicht werden, wenn anstelle des vorgesehenen 8- $\Omega$ -Lautsprechers einer mit etwa 6  $\Omega$  Impedanz angeschlossen wird.

Besondere Hinweise für den Aufbau sind nicht erforderlich, wenn etwa die Teileanordnung gewählt wird, die das „Sternchen“ oder ähnliche Empfänger aufweisen. Auch jede andere Anordnung ist möglich, wenn man insbesondere beim HF- und ZF-Teil auf kürzestmögliche Leitungsführung achtet. Bei sehr kompakter Bauweise sollte jedoch der ZF-Verstärker allseitig mit etwas isolierter Metallfolie oder ähnlichem Material abgeschirmt werden, um Verkoppungen zu vermeiden.

Als Batterie eignet sich die bekannte 9-V-„Sternchen“-Batterie, jedoch sind größere Batterien (etwa 6 Stück Gnomzellen 1,5 V oder 2 Stück 4,5-Flachbatterien) betriebsmäßig bedeutend günstiger.

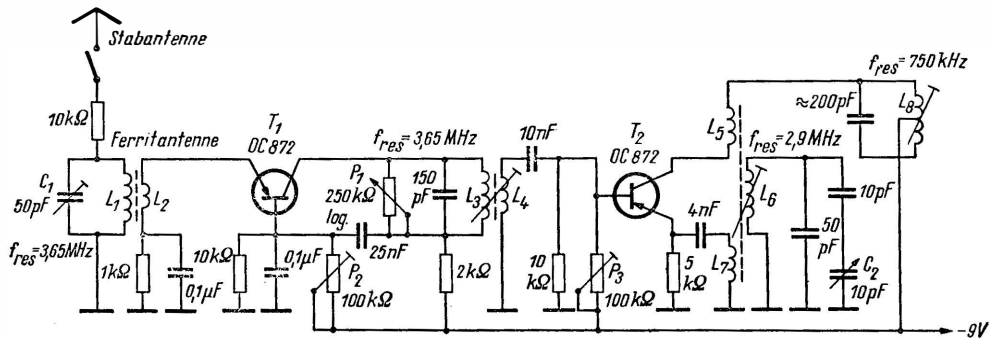
### **1.3 80-m-Fuchsjagdkonverter als Zusatzgerät zu üblichen Mittelwellen-Taschenempfängern**

Fuchsjagden erfreuen sich in Amateurreisen ständig zunehmender Beliebtheit. Die an einen Fuchsjagdempfänger zu stellenden Anforderungen hinsichtlich Gewicht, Betriebseigenschaften und so weiter führen ganz zwangsläufig zur Anwendung von Transistoren. Es ist deshalb naheliegend, einen vorhandenen Transistorsuper industrieller Herkunft (etwa vom Typ „Sternchen“, „T 100“ usw.) für Fuchsjagden zu verwenden. Inzwischen wurden auch mehrere Schaltungsvorschläge in der Amateurliteratur bekannt, die aber alle einen mehr oder weniger erheblichen Eingriff in den vorhandenen Empfänger erforderten. Dies ist aber nicht immer erwünscht und macht außerdem den Empfänger zumindest vorübergehend für seinen eigentlichen Bestimmungszweck untauglich. Die Nachteile dieses Verfahrens halten daher viele Amateure vom Eingriff in ihren Transistorsuper ab.

Der hier beschriebene Fuchsjagdkonverter arbeitet mit zwei

HF-Transistoren und erfordert keinerlei direkte Verbindung mit dem eigentlichen Empfänger, macht diesen aber zu einem vollwertigen und außerordentlich leistungsfähigen 80-m-Empfänger, dessen Verwendbarkeit dann keineswegs nur auf Fuchsjagden begrenzt ist. Der Konverter kann ganz allgemein zum 80-m-Band-Empfang dienen, so daß der Funkamateurl auch außerhalb der Station zumindest das 80-m-Band stets „bei sich hat“. Der Konverter wird zweckmäßig in seinen äußeren Maßen passend zu dem vorhandenen Empfänger aufgebaut. Er setzt die Empfangsfrequenz (3,5 bis 3,8 MHz) auf eine im Mittelwellenbereich liegende Frequenz zwischen 600 bis 900 kHz um, die im Betrieb so gelegt wird, daß sie in eine am jeweiligen Empfangsort vorhandene „Lücke“ im Mittelwellen-Senderangebot fällt. Derartige schmale Frequenzlücken sind am langwelligen Ende des MW-Bandes stets vorhanden. Die dort vom Konverter übernommene Frequenz wird dann normal weiterverarbeitet, so daß die Vorteile des Supers auch auf dem 80-m-Band erhalten bleiben. Im Prinzip handelt es sich dann um eine Doppelüberlagerung, wobei die Übertragung der 1.ZF vom Konverter induktiv auf die Ferritantenne des Empfängers erfolgt. Eine Verbindung beider ist also ebenso unnötig wie ein Eingriff in den Empfänger.

Bild 6 zeigt die Schaltung dieses Konverters. Als Peilantennen werden in üblicher Weise eine Ferrit-Stabantenne und für die Seitenbestimmung eine normale Stabantenne benutzt. Dieser Komplex, dessen Aufbau und Funktion für Fuchsjagdempänger naturgemäß entscheidend sind, weist gegenüber üblichen Fuchsjagd-Empfängerkonstruktionen keinerlei Unterschied auf. Da es aus Platzgründen aber nicht möglich ist, hierauf näher einzugehen, sei auf die ausgezeichnete Broschüre von Ehrenfried Scheller, „Fuchsjagd-Peilempfänger/Fuchsjagdsender“ (Heft 7 der gleichen Broschürenreihe) verwiesen, wo über die Ausbildung des Antennenkomplexes alle Einzelheiten zu finden sind. Beim Mustergerät des hier beschriebenen Konverters wurde die Ferritantenne aufsteckbar ausgeführt (4poliger Stecksockel), wobei aber wegen der sehr niederohmigen Auskopplung (L 2 in Bild 6) auf sicheren Kontakt zu achten ist.



**Bild 6** Schaltung des 80-m-Fuchsjaagdconverters. Die Ankopplung an normale Mittelwellen-Taschenempfänger erfolgt induktiv von der Spule L 8 auf die Ferritantenne des Empfängers, in dessen Schaltung nicht eingegriffen wird



Um sichere Peilungen auch im Sender-Nahfeld zu ermöglichen, muß die HF-Empfindlichkeit regelbar sein. Der Konverter enthält eine HF-Vorstufe mit T 1, die in Basisschaltung arbeitet. Mit P 2 wird der Arbeitspunkt für T 1 einmalig eingestellt (Kollektorstrom für T 1 etwa 1 mA). Die Basisschaltung zeichnet sich durch niedrigen Eingangs- und hohen Ausgangswiderstand aus, was hier trotz der etwas ungünstigen daraus resultierenden Kopplungsverhältnisse für L 1/L 2 und L 3/L 4 den Vorteil einer relativ geringen Bedämpfung des Eingangskreises und des Zwischenkreises mit L 3 hat, ohne daß L 3 angezapft werden muß. Beide Kreise werden fest auf 3,65 MHz abgestimmt, der Eingangskreis mit C 1 und der Zwischenkreis L 3 mit Spulenkern. Ein Nachstimmen auf die jeweilige Senderfrequenz ist wegen der großen vorhandenen HF-Reserven und der vom nachfolgenden Empfänger aufgebrachten Trennschärfe nicht nötig, zumal diese beiden Kreise ausreichend breitbandig sind. Die Empfindlichkeitsregelung geschieht in einfacher Weise durch variable Bedämpfung der Kreise L 3 und — in geringem Maße über die Rückwirkung des Transistors — L 1 mit dem Regler P 1. Dieses Verfahren hat zwar den Nachteil, daß eine der Reglerzuleitungen „heiß“ ist (beim Aufbau zu beachten!), bleibt aber gegenüber einer regelbaren Diodendämpfung (ähnlich wie in Bild 5a durch Diode D 1) weitaus einfacher. Eine Regelung des Transistors T 1 selbst würde dagegen erstens nicht ausreichen und zweitens zu untragbaren Verstimmungen des Zwischenkreises führen.

L 4 koppelt die Empfangsfrequenz in die selbstschwingende Mischstufe ein, deren Schaltungstechnik der üblicher Mischstufen in Transistorsupern (vgl. Bild 5a) ähnlich ist. Insgesamt kann man sie unkritischer aufbauen als eine übliche Mittelwellen-Oszillatorstufe, da hier der Oszillator nur über einen weit geringeren Frequenzbereich durchgestimmt wird. Trotz der für den OC 872 in Emitterschaltung bereits recht hohen Oszillatorfrequenz von 2,9 MHz (die Oszillatorfrequenz liegt deshalb abweichend von üblichen Supern hier unter der Empfangsfrequenz) gelingt es daher relativ leicht, den Oszillator sicher zum Arbeiten zu bringen. Sein

Arbeitspunkt wird mit P 3 einmalig auf günstigste Schwingverhältnisse eingestellt (konstante Schwingamplitude bei bestem Mischverhältnis, meist bei einem Kollektorstrom von 1 bis 2 mA), die Frequenz ist mit dem Feinabstimm-Drehko C 2 um etwa  $\pm 100$  kHz veränderbar. C 2 stellt daher neben dem Empfindlichkeitsregler P 1 den einzigen von außen bedienbaren Bauteil des Konverters dar. Die in der Mischstufe gebildete 1.ZF wird L 8 zugeführt und liegt je nach örtlicher Empfangslage bei etwa 750 kHz. Auf diese Frequenz wird der Auskoppelkreis L 8 fest eingestellt. Die Spule wird im Konverter so angeordnet, daß sie sich (wenn der Konverter in der vorgesehenen Weise, z. B. „Rücken an Rücken“ mit dem Empfänger, zusammengesetzt wird) in unmittelbarer Nähe der Ferritantenne des Empfängers und achsenparallel zu dieser befindet. Ihr magnetisches Streufeld wird dann vom Empfänger-Ferritstab aufgenommen. Es sei schon hier erwähnt, daß natürlich bei Empfängern ohne Ferritantenne auch eine direkte Kopplung über einen Kondensator von wenigen 10 pF zwischen Verbindungspunkt L 5/L 8 und Empfänger-Antennenbuchse möglich ist. Es erwies sich bei der Erprobung dieser Schaltung nicht als erforderlich, L 8 auf die jeweilige 1.ZF nachzustimmen, obwohl diese unter Umständen beträchtlich neben der Resonanzfrequenz von L 8 liegen kann. Die HF-Energie reichte trotzdem bei weitem aus. Grundsätzlich kann natürlich anstelle des 200-pF-Festkondensators ohne weiteres ein Drehko benutzt werden, wofür sich dann ein Hartpapier-Quetscher empfiehlt, da eine leichte Bedämpfung dieses Kreises günstig ist. Lediglich in Nähe der Resonanzfrequenz machte sich beim Mustergerät ein relativ weites Zurückregeln der HF-Empfindlichkeit erforderlich. Falls das stört, kann der Auskoppelkreis entweder niederohmiger gemacht werden (geringere Windungszahl für L 8 bei gleichzeitiger Erhöhung der Kreiskapazität), oder er wird mit einem Parallelwiderstand von einigen k $\Omega$  bedämpft. Eine nicht zu hohe Kreisgüte ist hier also durchaus vorteilhaft. Bei der Bedienung des Konverters ist mit etwas Überlegung zu verfahren. Zunächst darf P 1 stets nur so weit aufgedreht werden, daß der Fuchsjagdsender im Empfänger noch

schwach verrauscht erscheint. Anderenfalls setzt bereits die Schwundregelung des Empfängers — in den ja nicht eingegriffen werden soll — ein und macht eine exakte Minimumpeilung unmöglich. C 2 dient während der Fuchsjagd zur Feinabstimmung; der Regelbereich von 100 kHz ist hierfür noch genügend fein, wenn für einen großen, griffigen Bedienknopf oder für eine geeignete Untersetzung gesorgt wird. Andererseits kann damit zu Beginn der Fuchsjagd die Empfangsstelle des Senders genau in eine am Empfangsort vorhandene „stumme Lücke“ auf der Empfängerskala gerückt werden, die natürlich möglichst nahe bei 750 kHz liegen soll. Die Empfängerabstimmung dient als Grobabstimmung, sie wird während der Fuchsjagd nicht mehr betätigt.

Das Versuchsmuster des Konverters wurde in ein zweites leeres „Sternchen“-Gehäuse eingebaut und dann mit einem „Sternchen“-Empfänger „Rücken an Rücken“ zusammengelegt und durch zwei umgelegte Gummiringe verbunden. So ergab sich ein sehr handliches Gerät. Die Ferrit-Peilantenne sowie die daneben aufgesteckte Stab-Peilantenne waren an einer Schmalwand angeordnet, P 1 und C 2 ragten an einer Längswand heraus. Im Konverter wurde L 8 so angeordnet, daß sie direkt neben dem „Sternchen“-Ferritstab lag. Zwischenkreis- und Oszillatorspule standen quer dazu (wie die Oszillatorspule im Empfänger). Da beide auf verschiedener Frequenz arbeiten, genügt bereits ein Abstand von etwa 20 mm. Wichtig ist, daß L 3 senkrecht zu L 1 steht, da sonst unter Umständen Verkopplungsgefahr besteht. Im übrigen erwies sich der Aufbau des Konverters als relativ unkritisch, längere Leitungsführung ist natürlich zu vermeiden. Im Gehäuse des Mustergerätes war noch reichlich Platz, so daß als Batterie 2 Stück 4,5-V-Flachbatterien untergebracht werden konnten, deren Ausschalter mit P 1 kombiniert wurde und die gleichzeitig das „Sternchen“ mitversorgen. Derartige Batterielösungen bewähren sich bei Fuchsjagden besser als die Originalbatterie des „Sternchen“. In ähnlicher Form läßt sich auch für jeden anderen Empfängertyp ein geeigneter Konverteraufbau finden. Abschließend die Spulendaten für den Konverter nach Bild 6: Ferrit-Peil-

antenne: Ferritstab  $10 \cdot 200$  mm L 1 = 25 Wdg. HF-Litze  $20 \cdot 0,05$ , L 2 = etwa 1 Wdg. (!) CuL 0,2. Die genaue Lage und Windungszahl von L 2 sind durch Versuch als Kompromiß zwischen Trennschärfe und Empfindlichkeit zu ermitteln. L 2 wird in Nähe des Masseendes von L 1 über dieser aufgebracht. Alle weiteren Spulen werden auf Stiefelspulenkörper  $8 \cdot 30$  mm mit HF-Eisenkern gewickelt.

L 3 = 30 Wdg. HF-Litze  $20 \cdot 0,05$ , L 4 = 2 bis 3 Wdg. 0,2 CuL, die genaue Windungszahl wird durch Versuch entsprechend L 2 bestimmt. L 5 = 20 Wdg. 0,12 CuL (falls Oszillator nicht schwingt, diese Wicklung umpolen!), gewickelt in 2 mm Abstand vom Masseende von L 6. L 6 = etwa 70 Wdg. HF-Litze  $20 \cdot 0,05$  (genaue Windungszahl so, daß bei Mittelstellung an C 2 die vorgegebene Oszillatorfrequenz erreicht wird. Die Kreiskapazitäten sollen nicht geändert werden!). L 7 = etwa 2 Wdg. CuL 0,2 (genauen Wert nach Versuch, da transistorabhängig!).

Die Auskoppelspule L 8 bekommt 2 HF-Eisenkerne, die beiderseits etwa zur Hälfte eingedreht werden, so daß zwischen ihnen etwa 5 bis 8 mm Luft bleibt. Zweck ist Vergrößerung des magnetischen Streufeldes. L 8 = etwa 80 Wdg. 0,12 CuL für eine Kreiskapazität von etwa 200 pF. Anzapfung bei der 45. Wdg. von L 5 aus gerechnet.

## 2. NF-VERSTÄRKER, ELEKTROAKUSTIK

### 2.1 Verstärkeranlage in Kleinstbauweise

Im ersten Teil wurde bereits ein einfacher, leistungsfähiger Mikrofonvorverstärker in Streichholzschachtelgröße gezeigt. Die hier beschriebene Mikrofon-Übertragungsanlage soll beweisen, wie weit die Miniaturisierung ohne Anwendung besonderer Techniken, wie gedruckter Schaltung und so weiter, auch vom Amateur getrieben werden kann. Die Anlage enthält einen zweistufigen Mikrofonvorverstärker zum direkten Anschluß eines Tauchspulmikrofones sowie einen zweistufigen Endverstärker mit 100-mW-Gegentaktendstufe ähnlich Bild 5b. Die Verstärkeranlage wurde in einem durchsichtigen Polystyrolgehäuse mit den Abmessungen  $55 \cdot 35 \cdot 15$  mm untergebracht und wiegt nur 55 p. Die Leistungsentnahme aus der Batterie beträgt ohne Aussteuerung nur etwa 50 mW. Bild 7 zeigt die Schaltung dieser vielseitig verwendbaren Anlage. Sie enthält 3 Übertrager. Bemerkenswert ist der kleine Miniaturübertrager Ü1 im Eingang (Typ 5 K 10 vom VEB Funkwerk Leipzig), der nur knapp 4,5 p wiegt. Leider wurde die Fertigung dieser hochwertigen, allerdings nicht ganz billigen Spezialübertrager zeitweilig eingestellt, sie sind jedoch im Handel und beim Amateur teilweise noch vorhanden. Diesen Übertrager benötigt man jedoch nur, wenn ein symmetrischer 200- $\Omega$ -Eingang (Studio-Normeingang für Tauchspulmikrofone) verlangt wird. Niederohmige Mikrofone können jedoch ohne diesen Übertrager auch direkt an T1 angeschlossen werden. Dann muß man einen Kleinelko 10  $\mu$ F mit Minus an Basis von T1 in Serie mit dem Mikrofon schalten. Die Verstärkung sinkt dadurch zwar um den Faktor 5 ab, reicht aber trotzdem für normale Amateurzwecke noch aus. Für T1 wird ein rauscharmer Transistor (Typ OC 812 oder ein anderer, ausgesucht rauscharmer Typ) verwendet, für T2 ist das nur bei höchsten Ansprüchen notwendig. Die erste Stufe wird mit verringerter Speisespannung betrieben (Spannungsteilung 2,5 k $\Omega$ /500  $\Omega$ ), um das Rauschen weiter zu verringern. P1 ist der Lautstärkeregler. Im Mustergerät

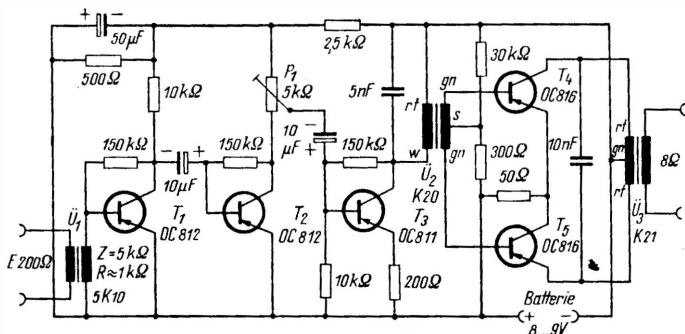


Bild 7 Schaltung der Kleinst-Verstärkeranlage. Der Eingang ist in der hier skizzierten Form für ein Tauchspulmikrofon geeignet, der Ausgang niederohmig für Kleinlautsprecher

wurde dafür ein Einstell-Kleipotentiometer verwendet, das eventuell mit einem kleinen, auf den Schleifer aufgelöteten und durch ein Loch im Deckel ragenden Einstellgriff versehen werden kann. Die nachfolgende Endverstärkung mit T 3 bis 5 entspricht weitgehend einer Standardschaltung, für den Treibertrafo und den Ausgangstrafo wurden die preiswerten kleinen „Sternchen“-Trafos K 20 beziehungsweise K 21 (VEB Funkwerk Leipzig) benutzt. Infolgedessen gilt hier sinngemäß das zu Bild 5b Gesagte. Für die „Sternchen“-Übertrager sind in Bild 7 die Anschlußfarben angegeben. Die Treiberstufe T 3 weist als Besonderheit eine mit  $200\ \Omega$  relativ starke Emitter-Gegenkopplung auf, die verzerrungsmindernd wirkt. Falls diese Eigenschaft weniger wichtig erscheint, kann der  $200\text{-}\Omega$ -Widerstand im Emitter von T 3 mit einem Elko ( $10$  bis  $15\ \mu\text{F}$ , Minus am Emitter) überbrückt werden. Die Verstärkung steigt dann beträchtlich an und gleicht den durch Fortfall von  $\dot{U}_1$  eventuell erhaltenen Verstärkungsverlust bei weitem aus. Allerdings verschlechtern sich dann Rauschabstand und Klirrfaktor des Verstärkers etwas.

Bild 8 läßt die Anordnung der Einzelteile durch den Boden des Gerätes erkennen. Links unten im Gerät sitzt der kleine  $\dot{U}_1$ , rechts unten T 1, links oben  $\dot{U}_3$  und rechts oben  $\dot{U}_2$ .

Für alle Widerstände und Kondensatoren fanden handelsübliche Kleinteile (Miniaturelkos und 1/20-W-Widerstände) Verwendung. Bild 8 zeigt ferner als Größenvergleich 2 Kleinlautsprecher („Sternchen“-Lautsprecher) und eine Taschenlampenbatterie. 2 derartige Batterien ergeben eine Betriebsdauer von mehr als 100 Stunden. Der untere Lautsprecher ist als Mikrofon angeschlossen, da permanent-dynamische Lautsprecher bekanntlich auch als Mikrofone wirken können. In dieser Form eignet sich die Anlage sehr gut als Wechselsprechanlage, wobei zum Sprechrichtungswechsel lediglich beide Lautsprecher mittels Umschalter

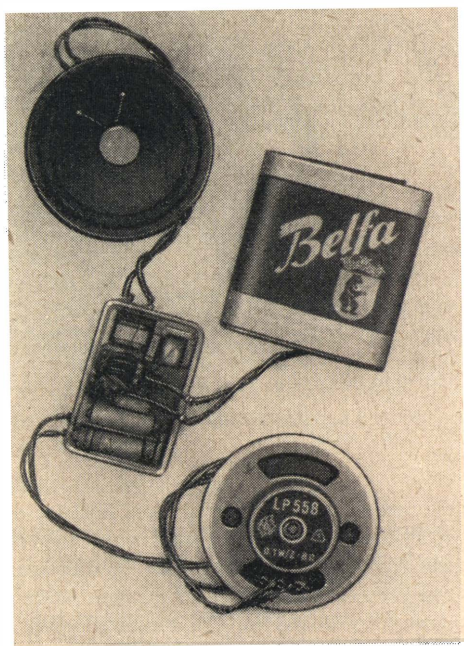


Bild 8 Die in einer Polystyrolschachtel untergebrachte Kleinstverstärkeranlage. Als Größenvergleich eine Taschenlampenbatterie und zwei „Sternchen“-Kleinstlautsprecher, einer davon ist hier als Mikrofon angeschlossen

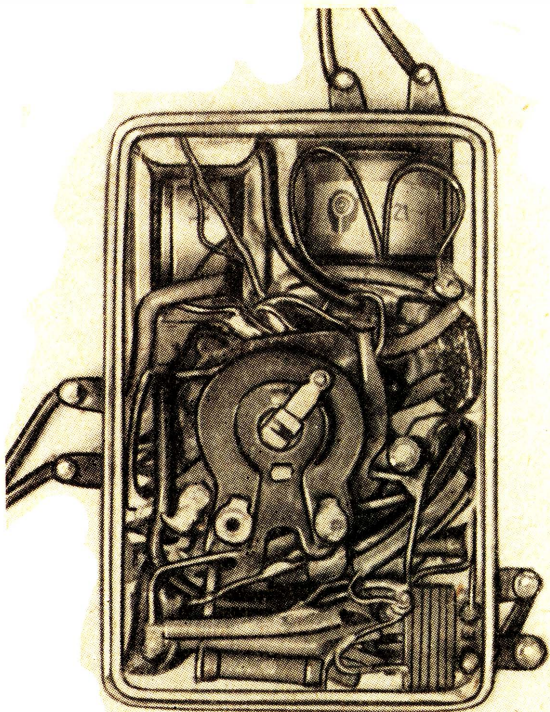


Bild 9 Blick auf die Verdrahtung des Kleinstverstärkers (Vergleiche im Text)

vertauscht werden. Für diesen Fall ist es günstig, für Ü 1 (in Bild 7) einen Übertrager vom Typ K 21 (entsprechend dem Ausgangsübertrager) zu verwenden, wobei der grüne Draht an Masse, einer der roten über einen 10- $\mu$ F-Elko (Minus an Basis) an T 1 angeschlossen wird. Der andere rote Anschluß bleibt frei. Damit ist für die Verwendung von Kleinlautsprechern als Mikrofone (ein durchaus brauchbarer Amateur-Behelf auch für andere Übertragungsaufgaben) die günstigste Anpassung vorhanden.



Bild 9 zeigt einen Blick auf die Verdrahtung. Rechts unten Ü 1, rechts oben Ü 3, links oben Ü 2. Unter Ü 3 sind rechts nebeneinander kopfstehend T 3, T 4 und T 5 zu erkennen. Zuoberst in Gerätemitte liegt P 1. Beim Aufbau ist darauf zu achten, daß Ü 1 nicht zu nahe an Ü 2 und Ü 3 kommt, da sonst magnetische Verkopplung und damit Selbsterregung eintreten kann. Deshalb werden auch die Übertrager so angeordnet, daß ihre Achsen zueinander senkrecht stehen, was aus Bild 9 klar ersichtlich ist. Beim Aufbau eines derart kompakten Gerätes ist mit Sorgfalt vorzugehen. Zunächst werden alle Teile lose so in das vorgesehene Gehäuse eingelegt, daß sich die günstigste Raumausnutzung ergibt, wobei schaltungsmäßig zusammengehörige Teile natürlich benachbart sein müssen. Verdrahtet wird dann „schichtweise“, also im allgemeinen nicht in der Reihenfolge der Schaltungswege, um nicht später benötigte Schaltungspunkte durch andere Teile vorzeitig zu verdecken. Schaltaht wird nur in Ausnahmefällen nötig werden. Anzustreben ist, daß alle Teile auf kürzestem Wege mit den eigenen Anschlußfahnen verbunden werden. Beigelegte kleine Isolierfolien verhindern Kurzschlüsse zwischen benachbarten Teilen oder Lötstellen. Soweit nötig, werden zuletzt die größeren Teile, wie Übertrager und eventuell Elkos, mit Duosan-Kleber am Gehäuse festgelegt. Für Lötösen, Befestigungswinkel und so weiter ist naturgemäß kein Platz. Voraussetzung für eine derartig kompakte Bauweise ist vor allem sauberes, schnelles Löten. Dem Anfänger sei von extremer Miniaturisierung abgeraten.

## **2.2 Hochwertiger Mikrofonvorverstärker**

Vielfach wird die Ansicht vertreten, die Transistor-Verstärkertechnik sei zumindest jetzt noch nicht in der Lage, Geräte herzustellen, die hinsichtlich Verzerrungsarmut und Rauschfreiheit den Vergleich mit Spitzengeräten der Röhrentechnik aushalten. Daß diese Ansicht keinesfalls zutrifft, zeigt der hier beschriebene Mikrofonvorverstärker. Ursprünglich für eine Spezialaufgabe (Tierstimmenaufnahmen) entwickelt, ist er universell verwendbar. An ihm

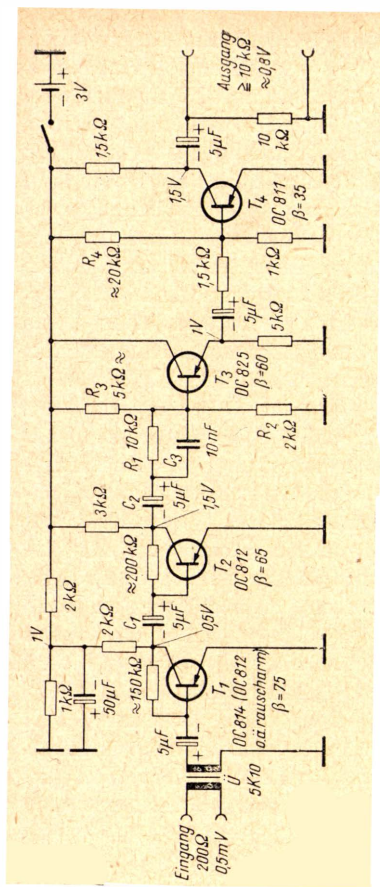


Bild 10 Schaltung des hochwertigen Mikrofonvorverstärkers  
(Erklärungen im Text)

sollen für den Amateur, der seine Geräte auf Bestleistung bringen will, die Grundregeln, nach denen derartige Schaltungen im Einzelfall „hingetrimmt“ werden, erläutert werden. Die beim Mustergerät erreichten technischen Daten, von denen nachfolgend die wichtigsten genannt sind, haben den Vergleich mit guten Röhrengeräten nicht zu scheuen:

Verstärkung „über alles“ = 1 600fach (= 64 dB);

Frequenzgang: 50 Hz bis 15 kHz, wobei die Höhen gemäß der speziellen Aufgabenstellung bei 15 kHz um +10 dB angehoben sind;

maximale Eingangsspannung: 0,5 mV an 200  $\Omega$  (vorgesehen war die Aufnahme sehr leiser Geräusche);

maximale Ausgangsspannung: 0,8 V an 10 k $\Omega$ . Klirrfaktor bei 0,5 V Ausgangsspannung: unter 2<sup>0</sup>/o;

Rauschabstand (Fremdspannungsabstand), bezogen auf maximale Ausgangsspannung: rund 60 dB, das entspricht einer am Ausgang gemessenen Rauschspannung von etwa 0,7 mV (bei einem mit 200  $\Omega$  abgeschlossenen Eingang).

Für einen bei mittlerer Übertragungsqualität noch ausreichenden Rauschabstand von 26 dB bedeutet das eine am 200- $\Omega$ -Eingang erforderliche Spannung von nur 20  $\mu$ V!

Bild 10 zeigt die Schaltung. Der Verstärker wird aus einer 3-V-Stabbatterie gespeist und entnimmt dieser eine Speiseleistung von knapp 10 mW, so daß die Batterie außerordentlich lange ausreicht. Der Eingang ist wieder mit dem Übertragertyp 5 K 10 versehen. Für Amateurzwecke kann auf ihn verzichtet werden, wenn ein gutes dynamisches Mikrofon verwendet wird. Ausgenommen sind Fälle, in denen eine extrem hohe Eingangsempfindlichkeit verlangt wird. Empfehlenswert ist das neue dynamische Studiomikrofon Typ DSM 61 vom Gerätewerk Leipzig, das in fast allen Fällen ein Kondensatormikrofon ersetzt. Beim Wegfall des Übertragers wird das Mikrofon anstelle der Sekundärseite von Ü angeschlossen. Die Verstärkung verringert sich dann um den Faktor 5. Für T 1 wurde ein rauscharmer Transistor (ausgesucht aus einer größeren Anzahl von Exemplaren) mit der angegebenen Stromverstärkung benutzt. Zusätzlich wird die Speisespannung für die Vorstufe durch Spannungsteilung auf 1 V herabgesetzt. Alle Stufen arbeiten nach dem „Prinzip der halben Speisespannung“, wobei am Kollektor etwa die halbe Betriebsspannung steht. Dann ist zusammen mit der zugeführten Basisvorspannung über eine Gegenkopplung vom Kollektor aus eine einwandfreie Stabilisierung der Stufen gegeben. Am Kollektor von T 1 stehen also nur 0,5 V, ein angesichts der geringen Aus-

steuerung weit zureichender Wert, der andererseits entscheidend zur Senkung des Eigenrauschens von T 1 beiträgt. Es sei betont, daß sich bei einem derart auf Höchstleistung „gezüchteten“ Verstärker faktisch alle Werte, insbesondere die der Widerstände, nach den Eigenschaften der jeweils benutzten Transistorexemplare richten. Für den Nachbau sollten daher Exemplare mit etwa dem angegebenen Stromverstärkungsfaktor und mit möglichst geringen Kollektorrestströmen (für T 1 bis 3 maximal  $200\ \mu\text{A}$ ) benutzt werden, falls man eine Neuberechnung des gesamten Verstärkers, die natürlich den Rahmen dieses Büchleins weit überschreitet, vermeiden will. Dann sind nur die Basiswiderstände für T 1 und T 2 sowie R 3 und R 4 durch Versuch so zu bemessen, daß sich die jeweils angegebenen Spannungen (mit hochohmigem Instrument, z. B. Röhrenvoltmeter, gemessen) einstellen. Eine sorgfältige Auswahl, das heißt vorheriges Ausmessen der Transistoren, ist daher nicht zu umgehen, wenn die eingangs genannten Daten erreicht werden sollen. Ausgewählt wird dabei nur nach den gemessenen Daten, nicht nach der Typenangabe. Für T 1 finden sich beispielsweise mitunter auch unter den nicht als rauscharm offerierten Typen OC 811, OC 813 und so weiter gut geeignete Exemplare! Der Verwendungszweck für das Mustergerät verlangte eine leichte Höhenanhebung. Sie wurde durch das Entzerrerglied R 1/R 2/R 3/C 3 erreicht, das eine nominelle Grenzfrequenz von 2 kHz bei einem Anhebungsfaktor von rechnerisch knapp 14 dB hat. Es wirkt gleichzeitig dem durch die Grenzfrequenz der Transistoren bedingten Höhenabfall entgegen. Um das Entzerrerglied ausgangsseitig nicht zusätzlich zu belasten, wurde ihm eine Impedanzwandlerstufe mit T 3 nachgesetzt, die keine Spannungsverstärkung bringt. Dieses Entzerrerglied kann auch entfallen, in diesem Falle wird der 1,5-k $\Omega$ -Linearisierungswiderstand vor der Basis von T 4, der dort eine Stromansteuerung und damit Klirrfaktorverringerung bei großer Aussteuerung bewirkt, mit C 2 verbunden. R 1 bis 3, C 3 und T 3 entfallen dann. Hierdurch wird gleichzeitig die Verstärkung um den Faktor 5 erhöht, und sie erreicht auch ohne den Eingangsübertrager  $\bar{U}$  etwa den vorn

genannten Gesamtwert von 1 600. Bei dem probeweise so geschalteten Mustergerät war der Frequenzgang trotzdem noch bis knapp 12 kHz mit  $\pm 2$  dB linear. Eine Ausweitung des Frequenzganges nach unterhalb 50 Hz ist praktisch nicht erforderlich. Sie wäre zwar durch Vergrößerung der Koppelkelkos möglich, bringt aber die Gefahr von Verkoppelungen (Blubbern) über den Innenwiderstand der Batterie und erfordert beträchtlichen Zusatzaufwand an großen Entkopplungskelkos. Dagegen kann für reine Sprachübertragungen vorteilhaft das Frequenzband nach unten beschnitten werden, indem C 1 und notfalls auch C 2 auf je 0,1  $\mu$ F verringert werden. Der Frequenzgang erreicht damit bei 300 Hz einen Abfall von  $-6$  dB, so daß zum Beispiel im Freien auch bei starkem Wind Aufnahmen noch möglich sind, weil das bekannte und schwer vermeidbare „Windrumpeln“ an der Mikrofonöffnung dann fast völlig unterdrückt wird. Insgesamt reichen die Eigenschaften des

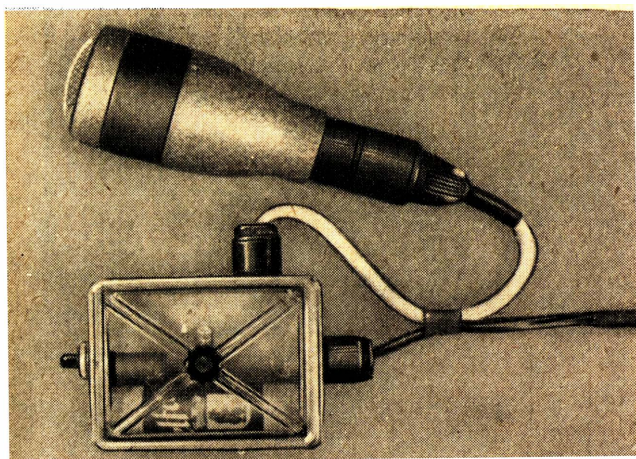


Bild 11 Der Mikrofonvorverstärker im Größenvergleich mit einem RFT-Reporter-Handmikrofon. Normalerweise wird das Mikrofon über längeres Kabel angeschlossen. Der Vorverstärker ist mit der Batterie wasserdicht in einem Preßstoffgehäuse untergebracht

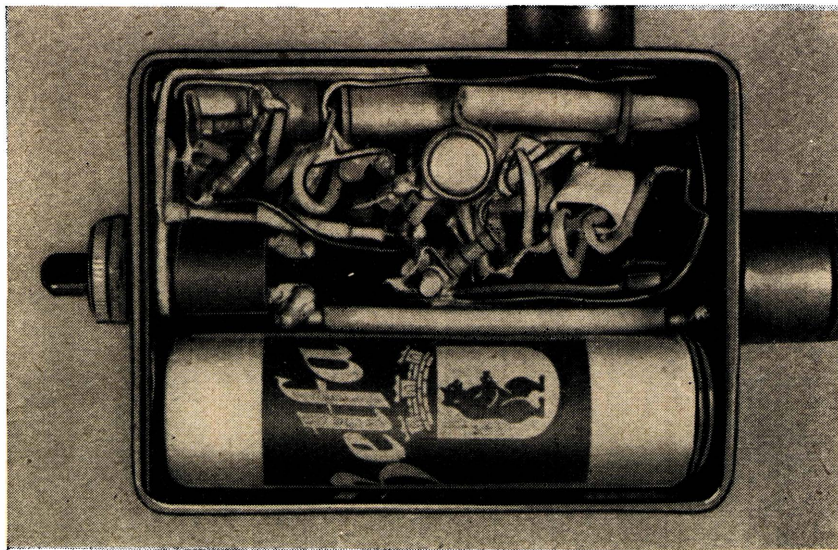


Bild 12 Blick in den geöffneten Mikrofonvorverstärker. Oben quer die Verdrahtung nach Bild 10, unten quer die 3-V-Batterie, links der Einschalter



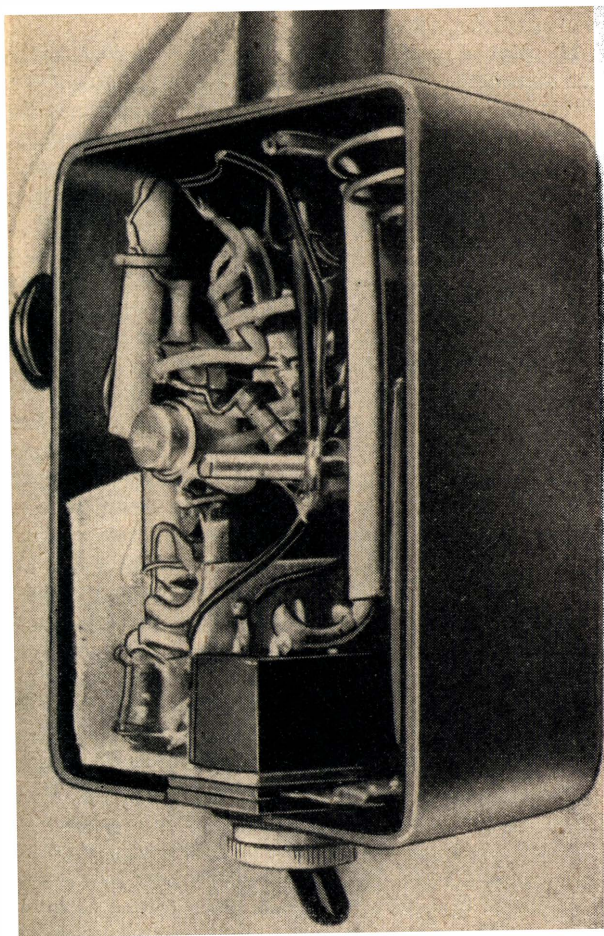


Bild 13 Blick in den Vorverstärker bei entfernter Batterie

Verstärkers für alle Belange des Amateurs, auch für hochwertige Musikübertragungen, völlig aus.

Bild 11 zeigt das Mustergerät. Vorgesehen war mehr-  
tägiger ununterbrochener Betrieb im Freien. Das Gerät  
wurde daher spritzwasserdicht in einem Gehäuse mit den  
Abmessungen 35·65·85 mm (UKW-Antennen-Blitzschutz-  
dose) untergebracht. In Bild 11 ist ein normales Tauchspul-  
Reportermikrofon zum Größenvergleich direkt angeschlos-  
sen. Normalerweise ist es über längeres Kabel (bis 200 m)  
mit dem Vorverstärker verbunden. Die Länge der Aus-  
gangsleitung kann angesichts der relativ hohen Ausgangs-  
spannung ebenfalls einige 100 m (Mikrofon-Schirmkabel)  
betragen. Links am Verstärker ist der Einschalter sichtbar.  
Bild 12 gestattet einen Blick in das geöffnete Gerät. Die  
durch eine Andruckfeder gehaltene Batterie nimmt bereits  
 $\frac{1}{3}$  des Gehäusevolumens ein. Der Aufbau des Verstärkers  
erfolgt — nachdem zuvor im Versuchsaufbau alle Werte  
der Schaltung einwandfrei bestimmt wurden — kompakt  
und schüttelfest, wobei es der vorhandene Raum hier er-  
laubte, am Boden des Gerätes eine Lötösenleiste zu mon-  
tieren, die ausreichend Lötstützpunkte und Halt für alle  
Teile bietet. Die ersten 2 Stufen (T 1, T 2) mußten angesichts  
der hohen Verstärkung statisch geschirmt werden, da sie  
sehr brummempfindlich sind. Die mit Isolierfolie beklebte  
Abschirmwand, die sich bei Verwendung eines Metall-  
gehäuses erübrigt, ist auch links oben in Bild 13 zu er-  
kennen, das den Aufbau des Gerätes bei entfernter Batterie  
zeigt. Rechts unten sieht man die Batterie-Andruckfeder.



## 2.3 Telefon-Wiedergabe-Verstärker

Eine Verstärkung der Telefonwiedergabe ermöglicht ein Mithören über Lautsprecher, so daß das Telefongespräch von mehreren Personen verfolgt werden kann. Auch kann der Hörer zum Beispiel beim Mitschreiben aus der Hand gelegt werden. Durch Anschluß eines normalen, beliebigen Heim-Tonbandgerätes können die Telefongespräche auf Tonband festgehalten werden, was besonders im Geschäftsverkehr manchmal sehr wertvoll ist. Bei einer derartigen Einrichtung sind aber — und das sei hier ausdrücklich betont — die postalischen Bestimmungen genau zu beachten. Grundsätzlich ist jeder Eingriff in die Geräte und Leitungen der Deutschen Post, insbesondere also auch jedes Anzapfen der Telefonleitungen, streng verboten. Diese Bestimmungen gehen so weit, daß sogar die Benutzung der Telefon-Kabelmäntel als Antenne oder Erdleitung nicht zulässig ist. Der unmittelbare Anschluß eines Telefonverstärkers an das Telefon darf also nicht erfolgen, ist aber auch nicht notwendig.

Jeder Telefonapparat enthält einen Mikrofonübertrager, der — wie jeder Übertrager — ein magnetisches Streufeld aufweist, das heißt, einzelne magnetische Kraftlinien verlassen den Eisenkern des Übertragers und reichen dann bis außerhalb des Telefongehäuses. Hier können sie von einer dem Telefon genäherten „Fangspule“ aufgenommen und entsprechend verstärkt werden. Da die Kraftlindichte des Streufeldes im Rhythmus des Sprechstromes schwankt, wird in der Fangspule eine Spannung induziert. Diese entsprechend verstärkte Spannung ermöglicht es, das Telefongespräch ohne jede direkte Verbindung mit dem Telefon „induktiv abzunehmen“. Naturgemäß eignen sich die neueren Tischtelefone mit Preßstoffgehäuse dazu besser als die älteren mit dem das Streufeld schwächenden Metallgehäuse. Es liegt nahe, die „Fangspule“ gleich mit dem Telefonverstärker zu vereinen und das Ganze beim Telefon unterzubringen.

Bild 14 zeigt zunächst die Schaltung des Telefonverstärkers. Für die Fangspule F' wurde beim Mustergerät ein gerade



vorhandener Fernsprechübertrager benutzt, dessen Eisenjoch zur Hälfte entfernt wurde, so daß die Kraftlinien leicht in den Spulenkern eintreten können. Gut geeignet sind auch Fangspulen, die aus einem kleinen EI-Trafokern bestehen, dessen I-Steg fortgelassen wird. Die Spule soll etwa 2 500 Wdg. haben und ist relativ unkritisch. Der nachfolgende Verstärker enthält eine zweistufige Vorverstärkung (T 1, T 2) und einen aus Treiberstufe T 3 und Gegentaktendstufe T 4, T 5 bestehenden Endverstärker. Für T 1 soll bei höheren Ansprüchen, zum Beispiel Bandaufnahmen von Ferngesprächen, ein rauscharmer Typ verwendet werden. Für den Endverstärker wurde beim Mustergerät der schon früher erläuterte „Sternchen“-Endverstärker mit den Übertragern K 20 und K 21 übernommen. Parallel zum Lautsprecherausgang kann über zwei Steckbuchsen der Eingang eines Tonbandgerätes angeschlossen werden. Der ganze Verstärker braucht nicht besonders hochwertig zu sein, da die Klanggüte der Telefongespräche wegen der billigen Kohle-Postmikrofone ohnehin nicht sehr gut ist. Es empfiehlt sich jedoch, zur besseren Wortverständlichkeit das übertragene Frequenzband (300 bis 2 700 Hz) einzuzengen. Das geschieht für die hohen Frequenzen durch die relativ großen Parallelkondensatoren zu den Primärwicklungen der Übertrager, die bedarfsweise bis auf 50 nF beim K 20 und 1  $\mu$ F beim K 21 erhöht werden können, und für die tiefen Frequenzen durch die mit 0,1  $\mu$ F sehr klein bemessenen Koppelkondensatoren hinter T 1 und T 2. Letztere verhüten gleichzeitig die ungewollte Übertragung von Netzbrummen, das die Fangspule F sehr leicht von benachbarten Geräten oder Leitungen aufnehmen kann. Sollte das trotzdem noch der Fall sein, so wird das ganze Gerät versuchsweise gedreht, bis der Brumm ein Minimum erreicht, oder der Aufstellungsort von Telefon und Verstärker ist geringfügig zu verändern. Mit dem Lautstärkereglern P 1 ist die Anpassung an die jeweilige Stärke des ankommenden Gesprächs möglich. P 1 darf jedoch nicht zu weit aufgedreht werden, da es sonst zu akustischer Rückkopplung vom Lautsprecher auf das Mikrofon des Telefonhörers kommen kann. Der dann entstehende Pfeifton ist natürlich auch

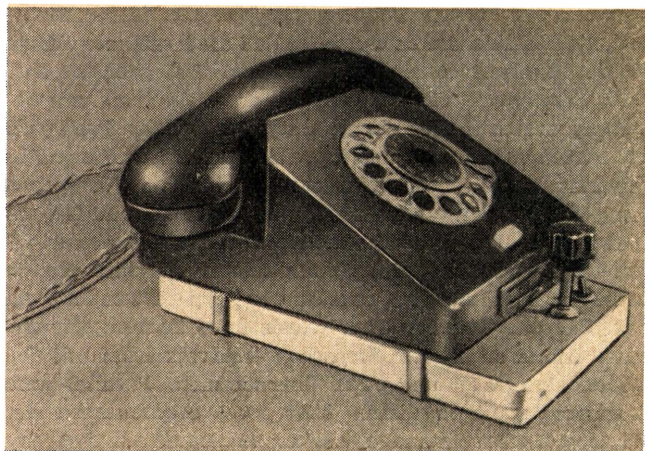


Bild 15 Der Telefonverstärker hat die Form eines flachen Kästchens, auf das lose der Fernsprechapparat gestellt wird. Vorn die Lautsprecherverkleidung, der Lautstärkereglern und der Einschalter. 2 um den Verstärker gelegte Gummiringe halten den Verstärker verschlossen und verhindern ein Rutschen des Verstärkers oder des Fernsprechapparates

beim Gesprächspartner hörbar und stört unter Umständen sogar andere Gesprächsverbindungen, er ist daher unbedingt zu vermeiden.

Das Mustergerät wurde als flaches Kästchen aufgebaut, dem das Telefon direkt aufgesetzt wird. Bild 15 läßt den „Untersatz“ für den Telefonapparat, der lose daraufgestellt ist, erkennen. Vor dem Telefon befindet sich die mit Drahtgaze verkleidete Lautsprecheröffnung, daneben der Lautstärkereglern P 1 und der Einschalter. Bild 16 zeigt den Aufbau des Gerätes. Rechts unten der kleine, flache „Sternchen“-Lautsprecher, links unten ist die — im Foto senkrecht stehende — Fangspule F erkennbar, direkt daneben der Vorverstärker-Komplex mit T 1 und T 2. Zur Stromversorgung dienen 2 Flachbatterien, die angesichts des geringen Stromverbrauches (4 bis 5 mA) außerordentlich lange reichen und daher auch fest eingelötet werden

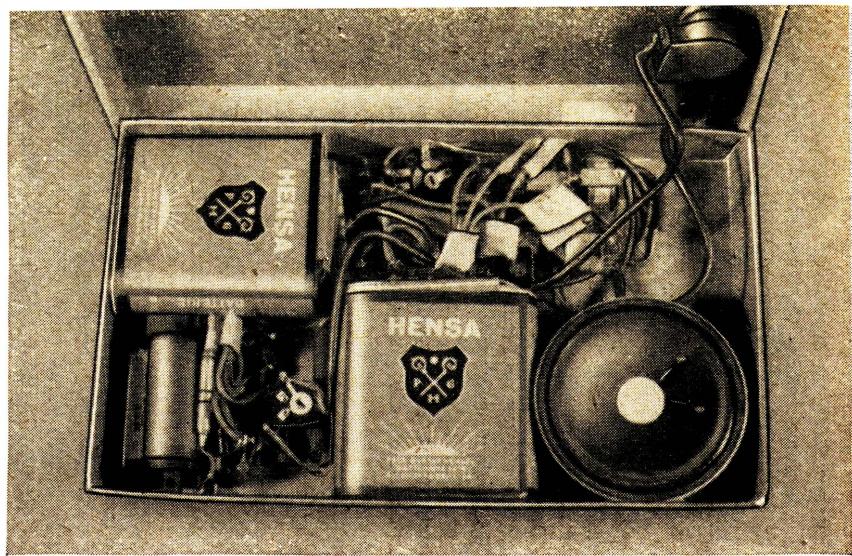


Bild 16 Blick in den Aufbau des Telefonverstärkers. Die Bauhöhe entspricht der Stärke der Flachbatterien bzw. des Kleinlautsprechers. Links vorn die Fangspule mit den Vorverstärkerstufen T 1 und T 2 (vergleiche Bild 14 und siehe Text)

können. Durch die Anordnung der Batterien ergibt sich eine Kammeraufteilung, wobei die Batterien eine willkommene Abschirmung des Vorverstärkers gegen den Endverstärker bilden. Die Übertrager K 20 und K 21 liegen an der oberen Gerätekante über dem Lautsprecher unmittelbar nebeneinander. Die günstigste Lage dieser Übertrager sowie des Lautsprechers zur Fangspule muß ausprobiert werden, da es bei zu geringem Abstand der Fangspule von diesen Teilen zu magnetischer Verkopplung kommt. Gegenüber Streufeldern der Übertrager und des Lautsprechers ist die Fangspule naturgemäß besonders empfindlich. Der gesamte Aufbau wird sich also nach der Lage der Fangspule richten müssen, deren Lage wiederum durch die des Mikrofonübertragers im Telefon fest vorgegeben ist (vorher günstigste Stellung der Fangspule erproben!). Beim Mustergerät lag der Mikrofonübertrager im Telefon links hinten quer, die Fangspule in Bild 16 liegt daher ebenso. Bei älteren Telefonen befindet sich der Übertrager häufig in Nähe der rechten oder linken Seitenwand und längs zu dieser, was beim Aufbau entsprechend zu berücksichtigen ist. Natürlich kann der Telefonverstärker auch separat vom Telefon aufgestellt und die Fangspule F getrennt davon am Telefon mit Gummisauger oder Klebeband befestigt werden. Entsprechende Fangspulen gibt es übrigens als „Telefon-Haftspulen“ industriell als Zubehör zu Band-Diktiergeräten, zum Beispiel zur „Diktina“ des VEB Meßgerätewerk Zwönitz. Die Fangspule muß dann mit nichtmagnetischer Folie abgeschirmt werden, ebenso ihre Zuleitung zum Verstärker.

Die Transistoren T 1 bis 3 sollen nicht zu geringe Stromverstärkungen haben (wenigstens um 40), andernfalls kann unter Umständen eine Vorstufe mehr erforderlich werden. Die preiswerten Bastlertransistoren sind hier ohne weiteres verwendbar.

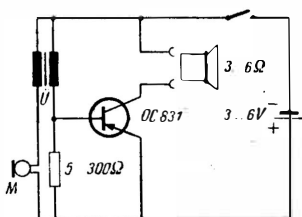
## 2.4 Transistor-Megafon

Für Kommando-Durchsagen, Sprechübertragungen und so weiter ist häufig der Aufwand eines kompletten Transistor-NF-Verstärkers zu umgehen, wenn an die Übertragungsqualität keine allzu hohen Anforderungen gestellt werden. Durch Kombination eines Fernsprech-Kohlemikrofones und eines Leistungstransistors kommt man zu einer verblüffend einfachen Schaltung, die sich für alle Kommandozwecke und bei geeignetem mechanischem Aufbau auch als Megafon, beispielsweise auf Sportplätzen, eignet. Sie ist wegen ihrer Einfachheit auch für den Bastelanfänger ohne Risiko aufzubauen.

Bild 17 zeigt die Schaltung. Verwendet werden ein 1-W-Transistor OC 831 (auch OC 832, 833 oder notfalls 830) und ein nicht zu kleiner Lautsprecher mit 3 bis 6  $\Omega$  Impedanz und wenigstens 3 W Belastbarkeit, der ohne Übertrager direkt im Kollektorstromkreis des Transistors liegt. Der Batterieschalter wird zweckmäßig als Drucktaste ausgebildet, der Basiswiderstand nach Versuch so bemessen,

Bild 17

Schaltung des „Transistor-Megafons“ (Erklärung im Text)



daß der Kollektorruehestrom etwa 0,5 A beträgt (Strommesser in Reihe mit dem Lautsprecher anschließen). Die vom Kohlemikrofon M gelieferte Steuerspannung wird über den Mikrofonübertrager  $\bar{U}$  — im einfachsten Fall einen normalen Fernsprechübertrager mit Übersetzungsverhältnis 1:1 bis maximal 1:3 — auf die Basis des Transistors gegeben und reicht zu dessen Aussteuerung aus. Die Übertragerwicklung bildet gleichzeitig den oberen Basis-teilerwiderstand und soll daher einen Gleichstromwider-



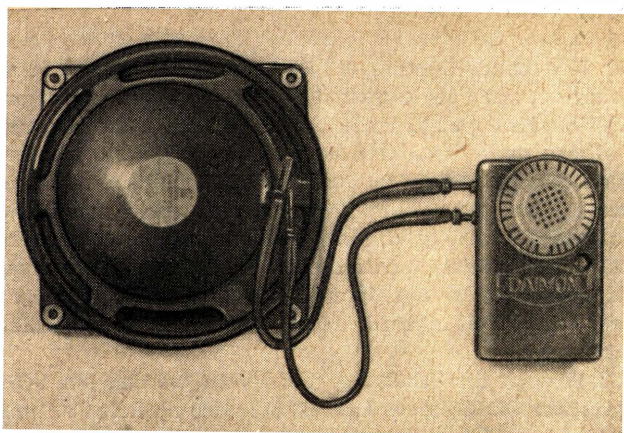


Bild 18 Eine mögliche Ausführungsform des „Transistor-Megafons“ (rechts im Bild). Batterie und Schaltung sind im Gehäuse einer Taschenlampe untergebracht, anstelle des Scheinwerfers sitzt die Mikrofonkapsel. Links im Bild ein normaler 3-W-Flachlautsprecher

stand von größenordnungsmäßig etwa 80 bis 150  $\Omega$  haben. Die Batteriespannung richtet sich nach dem benutzten Lautsprecher. Für Impedanzen von 2,5 bis 4  $\Omega$  kommen 3 V, von 4 bis 8  $\Omega$  4,5 bis 6 V in Frage. Die Batterien sollen aber kräftig sein (Flachbatterien oder Monozellen), da sie bis knapp 1 A aufbringen müssen. Man könnte daran denken, die Schaltung durch Weglassen des Übertragers und Einschalten des Mikrofones zwischen Minus und Basis weiter zu vereinfachen. Dann wird jedoch der Arbeitspunkt des Transistors vom — ständig schwankenden — Gleichstromwiderstand des Kohlemikrofones abhängig und wandert so weit aus, daß die Schaltung funktionsuntüchtig wird; diese Lösung bewährt sich daher nicht.

Einen Eindruck vom Aufbau des Mustergerätes vermittelt Bild 18. Neben dem Flachlautsprecher (3  $\Omega$ , 3 W) ist das als Handgerät ausgebildete „Megafon“ sichtbar, das im Gehäuse einer Taschenlampe Platz fand. Statt des Scheinwerfers ist die Mikrofonkapsel angebracht, links befinden

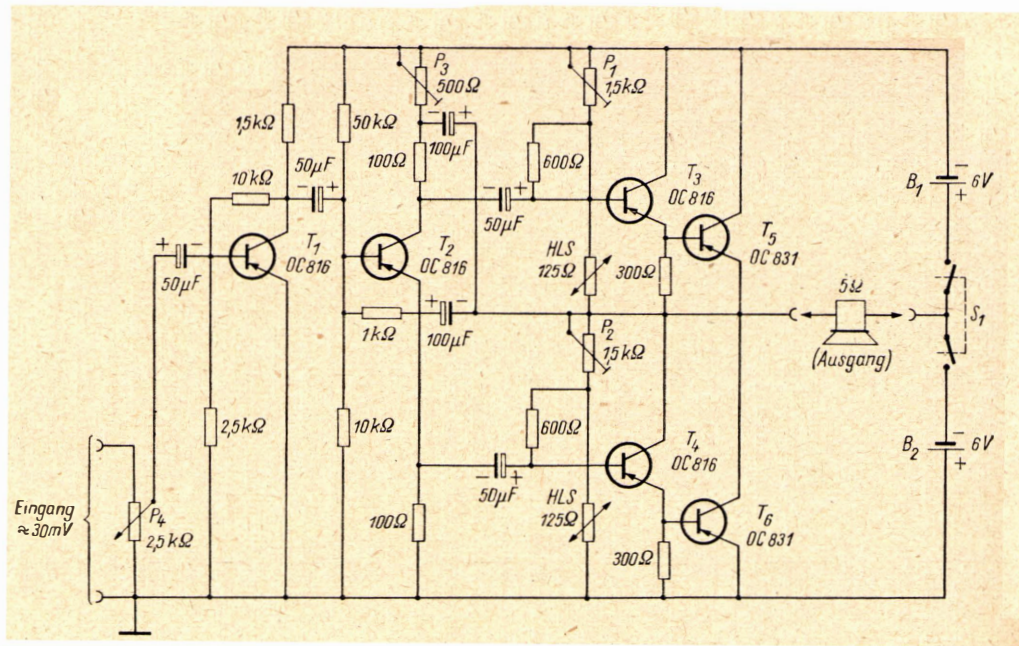


sich die Lautsprecherbuchsen, oben der Einschalt-Druckknopf. Im Gehäuse sind der Transistor, ein üblicher kleiner Fernsprech-Mikrofonübertrager und eine 3-V-Stabbatterie untergebracht.

## **2.5 Gegentakt-Leistungsverstärker für 2,5 W ohne Übertrager („eisenlose Endstufe“)**

Aus der Röhrentechnik sind die sogenannten „eisenlosen Endstufen“ bekannt, die durch Fortfall der Übertrager wesentliche Vorteile bringen.

Der im folgenden behandelte „eisenlose“ Verstärker stellt im Gegensatz zu den übrigen in diesem Büchlein beschriebenen Geräten keine eigene Arbeit des Verfassers dar, sondern geht auf eine Entwicklung von Clemens Höringer, IHT Teltow (Zeitschrift „radio und fernsehen“, Heft 11/1961), zurück. Der Verstärker bewährte sich so gut, daß der Verfasser auf entsprechende eigene Arbeiten verzichtete und ihn deshalb hier vorstellt. Bild 19 zeigt die Schaltung dieses bemerkenswert leistungsfähigen Gerätes, über das eingehende Konstruktions- und Berechnungsunterlagen in der zitierten Zeitschrift zu finden sind. Zwar erfordert das Gerät 2 getrennte 6-V-Batterien und insgesamt 6 Transistoren, jedoch kann ein normaler 5- $\Omega$ -Lautsprecher verwendet werden, der gleichstrommäßig nicht vorbelastet wird. Der Ruhestromverbrauch liegt bei etwa 0,1 A je Batterie, bei Vollaussteuerung steigt er auf je 0,35 A. Für B 1 und B 2 müssen also hinreichend kräftige Batterien verwendet werden: entweder Akkus oder kombinierte Monozellen. Letzteres empfiehlt sich jedoch nur für kurzzeitigen Betrieb im transportablen Einsatz. Die maximale Speiseleistung beträgt knapp 4 W, der Wirkungsgrad ist mit etwa 0,68 bis 0,7 sehr gut. Die Eingangsempfindlichkeit beträgt für Vollaussteuerung 30 mV an 1 k $\Omega$ . Bemerkenswert sind der Frequenzgang, der von Höringer mit 10 Hz bis 30 kHz (—3 dB) angegeben wird, und der Klirrfaktor. Er liegt bei der maximalen Ausgangsleistung von 2,5 W noch unter 4 %,



**Bild 19** Schaltung eines 2,5-W-Gegentaktverstärkers mit „eisenloser Endstufe“ nach Höringer (siehe Text); der Verstärker kommt bei ausgezeichneten Übertragungseigenschaften ohne Übertrager und ohne Speziallautsprecher aus, benötigt jedoch zwei getrennte Batterien

bei 1 W Ausgangsleistung sogar unter 2 %. Der Verfasser fand diese verblüffend guten Werte mit praktisch unbedeutenden Abweichungen bestätigt.

Die Endstufe arbeitet im Gegentakt-AB-Betrieb, wobei die Treibertransistoren T 3 und T 4 mit den Endtransistoren T 5 und T 6 gleichstromgekoppelt sind. Die Temperaturstabilisierung kann daher ruhestromsparend in den Treiberstufen geschehen (Heißeiter HLS 125 vom VEB Keramische Werke Hermsdorf). Mit P 1 und P 2 werden die Ruhestrome der Endtransistoren auf je etwa 80 mA eingestellt. Die Kollektorströme für T 3 und T 4 liegen dann bei je etwa 6 bis 8 mA. T 2 ist die Phasenumkehrstufe, die die beiden zur Ansteuerung erforderlichen gegenphasigen NF-Spannungen bereitstellt. Ihr Ruhestrom wird mit P 3 auf 8 mA eingestellt.

T 1 arbeitet als Vorverstärker, um eine gut ausreichende Eingangsempfindlichkeit zu erzielen. Der Aufbau kann eng gedrängt erfolgen, wobei die Elkos, deren angegebene Werte nicht unterschritten werden sollen, den meisten Raum einnehmen werden. Die Endtransistoren müssen auf getrennten Kühlflächen (je 60 cm<sup>2</sup> Alu-Blech, 1 mm dick) montiert werden, auf denen auch die Heißeiter anzuordnen sind (mit dünner Glimmerzwischenlage aufkleben!). Zwischen den hochkant gestellten Kühlblechen können dann die Kleinstelkos und auf einem Lötösenbrettchen der restliche Verstärkeraufbau untergebracht werden.

Angenehm bei dieser Schaltung ist besonders, daß Unterschiede in den Daten der Treiber- und Endtransistoren relativ geringen Einfluß auf die Wirkungsweise haben. T 3 und T 4 sowie T 5 und T 6 müssen daher nicht unbedingt Transistorenpaare sein, obwohl das natürlich in jedem Falle vorteilhafter ist. Die Ausgangsleistung kann durch Erhöhung der Batteriespannung auf zweimal 12 V bis auf 5 W gesteigert werden und dürfte dann allen Anforderungen genügen.

### 3. SCHWINGUNGSERZEUGER FÜR HOCH- UND NIEDERFREQUENZ

Im ersten Teil wurden unter anderem bereits ein Quarz-Eichfrequenzoszillator und ein NF-Sinusgenerator für eine Festfrequenz beschrieben. Hier folgen nun ein sehr einfacher Quarzfrequenzgenerator ohne Spulen und ein für alle Frequenzen durchstimmbarer NF-Tongenerator sowie zwei einfache, wenig Aufwand erfordernde Schwingsschaltungen.

#### 3.1 Festfrequenz-Quarzoszillator ohne Induktivitäten

Der hier beschriebene Quarzoszillator ist funktionell entfernt mit der aus der Röhrentechnik bekannten Colpitts-Schaltung vergleichbar. Er zeichnet sich durch seinen sehr einfachen Aufbau und auch dadurch aus, daß er ohne Spulen auskommt. Zum Abgleich sind daher keine besonderen Meßgeräte, wie Grid-Dipper und ähnliches erforderlich. Bild 20 zeigt die Schaltung.

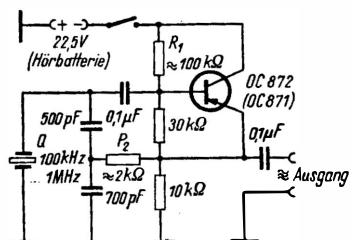


Bild 20

Quarzoszillator für 100 kHz bis 1 MHz ohne Spulen. Geeignet als Eichfrequenzgeber (siehe Text)

Als HF-Transistor kommt ein OC 872 in Frage. Die Quarzfrequenz kann bei 100 kHz bis 1 MHz liegen. Für Frequenzen um 100 kHz kann eventuell bereits ein OC 871, in Einzelfällen ein OC 870 oder OC 813 ausreichen. Der Stromverstärkungsfaktor des Transistors soll jedoch bei wenigstens 50, besser bei 80 bis 100 liegen. Mit einem OC 872 genügend hoher Stromverstärkung kann es, wie Versuche zeigten, in Einzelfällen gelingen, mit entsprechenden

Quarzen noch Schwingfrequenzen um 10 MHz zu erreichen. Dann müssen jedoch für die Kondensatoren 500 pF und 700 pF in Bild 20 solche mit den günstigsten Werten (die dann u. U. bedeutend geringer sein können) eingesetzt werden. Bei niedrigeren Frequenzen und geeigneten HF-Transistoren sind sie jedoch nicht allzu kritisch. Der Widerstand R 1 wird je nach Transistor so bemessen, daß der Oszillator eben sicher anschwingt, bei einem Rückgang der Batteriespannung auf 75 bis 80 % des Sollwertes jedoch wieder aussetzt. R 1 soll also nicht kleiner als nötig sein. R 2 beeinflusst den Rückkopplungsfaktor und soll ebenfalls nach den genannten Gesichtspunkten genau ausprobiert werden, wobei R 1 und R 2 (eventuell als Einstellregler) wechselseitig so abgeglichen werden, daß R 1 möglichst groß und R 2 nicht kleiner als 1 k $\Omega$  wird. Am Ausgang ist eine HF-Spannung in der Größenordnung von etwa 2 V abnehmbar. Eventuell kann in Reihe mit dem Ausgang noch ein antiparallel geschaltetes Diodenpaar (zwei OA 625 o. ä.) zur Oberwellenbildung gelegt werden, so kann es dann je nach Quarzfrequenz und Aufbau ohne weiteres gelingen, noch im UKW-Bereich schwache Oberwellen zu erhalten!

Die Batteriespannung ist mit 22,5 V ungewöhnlich hoch. Da der Stromverbrauch bei nur 0,8 bis 1 mA liegt, der Batterie also im Höchstfall etwa 20 mW entnommen werden, reicht eine kleine 22,5-V-Hörbatterie aus. Der Oszillator ist auf Grund seines Funktionsprinzips bereits sehr frequenzkonstant, insbesondere haben Transistortemperatur und Exempleigenschaften des jeweiligen Transistors nur geringen Einfluß auf die Frequenz. Selbst beim Auswechseln des Transistors blieb beim Mustergerät die Frequenzänderung unter  $1 \cdot 10^{-5}$ , bei Verringerung der Speisespannung von 22,5 V auf 17,8 V (bei dieser Spannung setzte der Oszillator aus) blieb die Frequenzänderung unter  $5 \cdot 10^{-5}$ . Es ist deshalb erforderlich, den Oszillator so einzustellen, daß er bei Absinken der Batteriespannung frühzeitig aussetzt und damit auf die verbrauchte Batterie aufmerksam macht, ehe es zu größeren Frequenzabweichungen kommt. In dieser Form ist der Quarzoszillator dann gut als Frequenznormal für Amateurzwecke brauchbar. Da in der Schaltung keine

Spulen enthalten sind und die gesamte Schaltung mit relativ hohen Kapazitäten arbeitet, ist sie als „niederohmig“ anzusehen. Sie kann sehr kompakt und ohne besondere Beschränkungen in beliebiger Form aufgebaut werden. Gut als Gehäuse geeignet sind normale Bandfilter-Spulenbecher.

### 3.2 Einfacher NF-Sperrschwinger-Tongenerator für eine Frequenz

Eine sehr einfache, räumlich kleine und auch dem Bastelanfänger auf Anhieb gelingende NF-Schwingschaltung läßt sich mit dem inzwischen bekannten und weitverbreiteten „Sternchen“-Treiberübertrager K 20 (VEB Funkwerk Leipzig) aufbauen, der auch recht preiswert ist. Bild 21 zeigt die einfache Schaltung, die je nach Verwendungszweck noch weiter vereinfacht werden kann und sich in der hier gezeigten Form vor allem für den Aufbau von kleinen NF-Prüfstiftgeneratoren (Handtastern für Fehlersuchen in Verstärkern usw.) eignet. Als Batterie genügen eine Gnomzelle

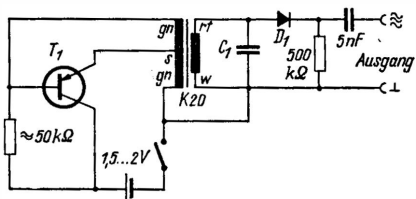


Bild 21  
Transistor-NF-Sperrschwinger-Generator für Prüfzwecke. Dieses universell verwendbare Hilfsgerät kann mit dem „Sternchen“-Kleinübertrager K 20 sehr klein aufgebaut werden (siehe Text)

1,5 V oder ein 2-V-IKA-Trockenakku (ETS Sörnewitz), als Transistor T 1 ist so ziemlich alles brauchbar, was überhaupt Transistoreigenschaften aufweist, also neben allen Typen der Reihe OC 810 ... 821, 824 ... 829, 870 ... 872 auch die billigen Bastlertransistoren aller Art. Die Schaltung arbeitet auch noch mit mangelhaften Transistoren, die zum Beispiel wegen sehr geringer Stromverstärkung (hier genügen schon Werte von 2 bis 3) oder sehr hohem Kollektorreststrom nicht für andere Zwecke brauchbar sind, einwandfrei. Der Übertrager K 20 wird entsprechend den in

Bild 21 angegebenen Anschlußfarben angeschlossen, der 50-k $\Omega$ -Widerstand kann, sofern erforderlich, nach Versuch im Wert etwas verändert werden (jedoch nicht unter 5 k $\Omega$  gehen!) oder mitunter auch ganz entfallen. C 1 hat einen gewissen Einfluß auf die Tonqualität. Wird er mit nur 1 bis 5 nF bemessen, so entstehen am Ausgang relativ spitze Nadelimpulse, die Oberwellen bis in den HF-Bereich enthalten. Diese Oberwellenbildung kann durch die Diode D 1 (beliebige Germaniumspitzendiode, z. B. OA 625) vermehrt werden, die Oberwellen sind dann meist noch auf dem Kurzwellenband 49 m eines normalen Rundfunkgerätes nachweisbar, wenn der Ausgang des Sperrschwingers an die Antennenbuchse gelegt wird. Dann ist auch die Funktionsprüfung von HF- und ZF-Teil normaler AM-Empfänger mit diesem einfachen Generator möglich. Je nach Diode kann auch der 500-k $\Omega$ -Widerstand oft noch entfallen. Wird kein Wert auf Oberwellen, jedoch mehr Wert auf einen sauberen, sinuston-ähnlichen Klang gelegt, so wird C 1 mit 10 nF bis 0,1  $\mu$ F oder noch höher bemessen, je nach der gewünschten Tonhöhe. D 1 und der 500-k $\Omega$ -Widerstand entfallen dann. Zur weiteren Verbesserung der Tonqualität kann es von Vorteil sein, in die obere Leitung „grün“ am Übertrager noch einen Widerstand zwischen Basis von T 1 und Wicklung des K 20 zu schalten, der nach Versuch zwischen 10 bis 200 k $\Omega$  liegen wird. Es ist zweckmäßig, ihn so groß zu wählen, daß der Generator gerade anschwingt, weil dadurch ein sauberer Ton erreicht wird.

Der komplette Sperrschwinger einschließlich Batterie paßt bequem in eine Streichholzschachtel. Mit einer Morsetaste anstelle des Schalters und einem Kopfhörer am Ausgang kann er auch für Morseübungen und so weiter benutzt werden. Die Stromaufnahme liegt weit unter 1 mA.

### 3.3 Durchstimmbarer NF-Tongenerator für 30 Hz bis 30 kHz

Nach dem Prinzip der Wien-Brücke arbeitet ein über den ganzen NF-Bereich durchstimmbarer NF-Generator mit drei Transistoren, dessen Schaltung Bild 22 zeigt. Die Frequenzwahl erfolgt mit Schalter S 1<sub>a,b</sub> in drei Stufen: 30 Hz

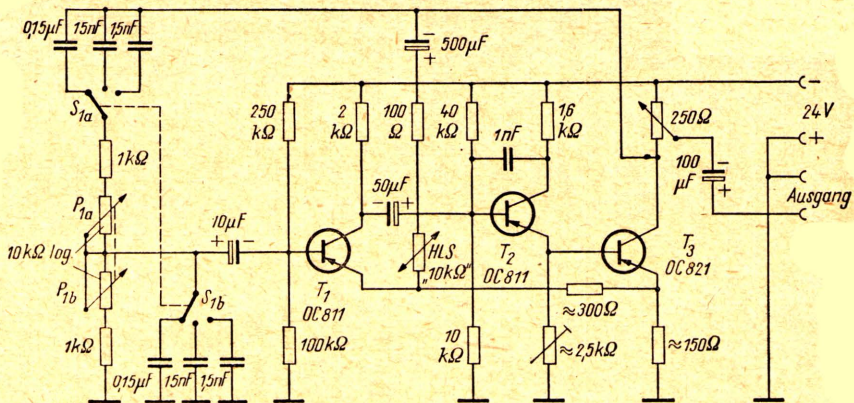


Bild 22 Durchstimmbarer Sinus-Tongenerator 30 Hz bis 30 kHz für die Werkstatt (siehe Texthinweise)



bis 300 Hz, 300 Hz bis 3 kHz und 3 bis 30 kHz, innerhalb dieser Bereiche wird die Frequenz mit dem Tandempotentiometer  $P 1_{a,b}$  eingestellt. Die Skala drängt sich an einem Ende leicht zusammen, sie muß daher punktweise geeicht werden. Durch entsprechenden Anschluß der beiden Frequenzregler des Tandempotentiometers kann man erreichen, daß der logarithmische Verlauf der Widerstandskennlinie dieser Zusammendrängung weitgehend entgegenwirkt. Die Ausgangsspannung wird mit dem 250- $\Omega$ -Potentiometer geregelt, der Generator gibt maximal etwa 1,8 V ab. Die ungewöhnlich hohe Betriebsspannung kann aus geeigneten Batteriekombinationen (5 bis 6 Flachbatterien) oder mittels Gleichrichter aus dem Netz gewonnen werden, dann muß man aber auf sehr gute Siebung achten, da es sonst zu unangenehmen Schwebungen zwischen Vielfachen der Netzfrequenz und Generatorfrequenz kommen kann.

Das Rückkopplungsverhältnis wird mit den Widerständen 300  $\Omega$  und 150  $\Omega$  am Emitter von T 3 eingestellt. Im Versuchsaufbau erwies es sich als günstig, beide Widerstände (für die in Bild 22 nur Etwa-Werte angegeben sind) zu einem 500- $\Omega$ -Potentiometer zusammenzufassen, an dessen Schleifer der Emitter von T 3 angeschlossen wurde. Mit dem 2,5-k $\Omega$ -Einstellregler wird dann der Arbeitspunkt von T 3 einmalig eingestellt. Die Amplitudenkonstanthaltung erfolgt durch Gegenkopplung über den Heißleiter HLS 10 k $\Omega$  (VEB Keramische Werke Hermsdorf). Durch Vorschaltung des 100- $\Omega$ -Widerstandes kann eine relativ günstige Regelcharakteristik erreicht werden, jedoch macht sich die immer noch recht große Wärmeträgheit des Heißleiters, der sich hier im Normalfall merklich erwärmt, störend bemerkbar, da kurzzeitige Amplitudenschwankungen nicht ausgeregelt werden. Sie können bei einwandfreier Funktion des Generators nicht auftreten; deshalb muß der Erstabgleich der Rückkopplungsverhältnisse mit etwas Geduld und großer Sorgfalt geschehen, um ein genaues „Einspielen“ der Regelung zu erreichen. Als günstig erwies es sich, den Heißleiter frei auf seinen Anschlußdrähten stehend in einem Tablettenröhrchen anzuordnen, das äußerlich glatt mit blanker Aluminiumfolie beklebt wurde (Thermosflaschenwirkung).

Dadurch werden kurzzeitige Temperatureinwirkungen von außen (z. B. Luftzug), die zu mehrfachem „Durchpendeln“ der Regelung führen können, vermieden. Der einmal eingeschwingene Generator hält die Amplitude erstaunlich gut konstant, setzt allerdings bei jedem Neueinschalten im Laufe einiger Sekunden mehrmals ein und aus. Das Gerät muß also vor jeder Messung schon einige Minuten eingeschaltet sein. Zu beachten ist, daß die für die Elkos angegebenen Werte Mindestwerte sind, die nicht unterschritten werden dürfen. Der Klirrfaktor lag beim Mustergerät unter 1%, es zeigte sich aber, daß der Heißleiter einen gewissen Einfluß hierauf hatte, so daß sich gegebenenfalls ein Versuch mit verschiedenen Exemplaren empfiehlt. Die Temperaturabhängigkeit der Frequenz lag unter  $1 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , die Spannungsabhängigkeit der Frequenz bei Schwankungen der Speisespannung um  $\pm 20\%$  lag unter  $1 \cdot 10^{-3}$ , was für die Praxis ausreichend ist. Trotzdem sollen Speisespannungsschwankungen möglichst vermieden werden, da sie sich in einer Erhöhung des Klirrfaktors durch Verschiebung der Regelcharakteristik des Amplitudenregelzweiges äußern können.

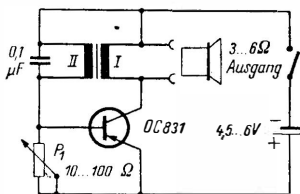
### **3.4 NF-Leistungs-Tongenerator für eine Festfrequenz**

Für manche Zwecke wird ein konstanter NF-Ton benötigt, der mit mittleren Leistungen (um 1 W) über Lautsprecher abgestrahlt werden kann. Unter Punkt 3.2 wurde bereits eine einfache Sperrschwingerschaltung beschrieben. Nach ganz ähnlichem Prinzip läßt sich auch ein solcher Leistungs-NF-Generator für Lautsprecherbetrieb aufbauen, wie Bild 23 zeigt. Die Schaltung ist außerordentlich betriebssicher und so unkompliziert, daß sie auch dem Bastelanfänger auf Anhieb gelingt. Benutzt wird ein Leistungstransistor OC 831 (auch OC 832, 833 oder notfalls OC 830). Unmittelbar in dessen Kollektorstromkreis liegt ein üblicher niederohmiger Lautsprecher für 3 bis 6  $\Omega$  Impedanz und wenigstens 3 W Belastbarkeit. Insofern hat diese Schaltung auch gewisse Ähnlichkeit mit dem unter 2.4 beschriebenen Transistor-Megafon (vgl. Bild 17). Die Batteriespannung kann je nach

Lautsprecherimpedanz bei 4,5 bis 6 V liegen (Monozellen oder Flachbatterie), der Regler P wird so eingestellt, daß der Generator gerade anschwingt. Da P einen Einfluß auf Tonhöhe und Toncharakter hat, kann er mit Bedienknopf versehen werden. Gut eignet sich dafür ein „Entbrummer-Potentiometer“ aus der Verstärkertechnik, dem man — falls  $100\ \Omega$  ein zu hoher Wert sind — noch einen Widerstand von 20 bis  $50\ \Omega$  parallellegen kann. Der Übertrager Ü dient

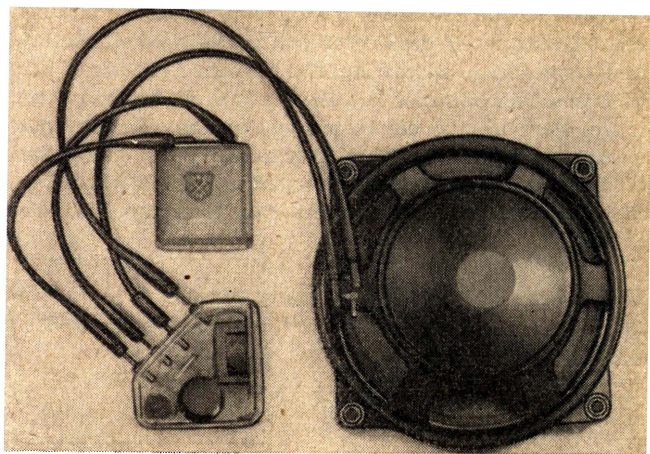
Bild 23

Einfacher NF-Tongenerator für eine Frequenz mit Leistungstransistor zum direkten Anschluß eines Lautsprechers (siehe Texthinweise)



lediglich zur Rückkopplung und ist unkritisch. Hier sind meist schon vorhandene Fernsprecherübertrager oder auch NF-Übertrager mit nicht zu großem Übersetzungsverhältnis und ähnliche verwendbar. Anschluß und richtige Polung der Wicklungen werden durch Versuch ermittelt. Die Selbstanfertigung ist ebenfalls sehr einfach, der Übertrager kann sogar freihändig gewickelt werden. Für einen Kernquerschnitt von etwa  $50\text{ mm}^2$  Fe (z. B. EI-Kern 20/35) rechnet man dann für Wicklung I etwa 400 Wdg., für Wicklung II etwa 50 Wdg., Drahtquerschnitt etwa 0,1 bis 0,2 CuL. Für Wicklung II ist das insofern von Bedeutung, als der Gleichstromwiderstand dieser Wicklung den Wert für P 1 größenordnungsmäßig vorgibt. Sie soll also keinen zu geringen Widerstand haben.

Die Stromaufnahme aus der Batterie liegt je nach Rückkopplungsverhältnis und Einstellung von P bei 0,1 bis 0,8 A (Maximum 1 A). Der Aufbau ist völlig unkritisch und kann sich nach dem Verwendungszweck richten. Einen Eindruck vom Aufbau des Mustergerätes, das in einer zufällig vorhandenen Plexiglasdose Platz fand, gibt Bild 24. Rechts im Foto ein 3-W-Flachlautsprecher, links oben die Flachbatterie und darüber der Generator. Batterie und Lautsprecher wer-



**Bild 24** Aufbau eines Gerätes nach Bild 23 (links unten). Als Gehäuse diente eine Polystyrolbüchse. Darüber die Taschenlampenbatterie, rechts ein 3-W-Flachlautsprecher

den über Bananenstecker angeschlossen, der Drehknopf für den Regler  $P$  und — durch den Plexiglasdeckel — der Übertrager  $\bar{U}$  sind erkennbar. Verwendung kann dieses Gerät neben Gruppen-Morseübungen und so weiter auch als „elektronische Hupe“ oder für beliebige Signalzwecke finden.

## **4. STROMWANDLER (TRANSVERTER)**

### **4.1 Gegentakt-Leistungstransverter für 5 W Ausgangsleistung**

Ein kleinerer Gegentakt-Transverter wurde bereits im ersten Teil beschrieben, und dort wurden auch Hinweise für den Bau eines leistungsstärkeren Transverters mit 2 Transistoren OC 831 gegeben. Hier soll nunmehr ein speziell für den OC 831 ... 833 dimensionierter Gegentakt-Transverter beschrieben werden, der die mit diesen Transistoren maximal mögliche Leistungsausbeute erreicht. Die Schwingfrequenz wurde hier gegenüber dem im Teil I beschriebenen Transverter auf 500 Hz festgelegt. Dieser Wert paßt sich der nicht allzu hohen Grenzfrequenz der Leistungstransistoren besser an und führt auch bei mittelmäßigen Trafoeigenschaften noch nicht zu einem wesentlichen Absinken des Wirkungsgrades. Die Primärinduktivität wurde entsprechend erhöht, so daß auch das Nachbaurisiko geringer ist. Dabei muß beachtet werden, daß eine hohe Primärinduktivität bei Transvertern hohe Extraspannungen hervorruft. Derartige Spannungsspitzen können vor allem dann auftreten, wenn der Transformator nicht exakt symmetrisch gewickelt ist. Dadurch besteht die Gefahr, daß die Kollektorsperrschicht durchschlägt. Im vorliegenden Fall wird diese Gefahr durch den der Primärwicklung parallel liegenden Kondensator C 3 vermieden. Bei einwandfreiem Trafoaufbau beträgt die maximal entnehmbare Ausgangsleistung 5 W und der Wirkungsgrad ist mit 70% sehr günstig. Dem weniger Erfahrenen wird jedoch empfohlen, die erreichte Ausgangsleistung zunächst mit 4,5 W anzusetzen, um gewisse Reserven für ungenauen Trafoaufbau oder ähnliche Fehlereinflüsse zu haben. Der Transverter ist für eine Betriebsspannung von 6 V ausgelegt und entnimmt der Batterie maximal 1,1 A. Die günstigste Stromquelle wird daher ein Akkumulator sein. Es sei erwähnt, daß eine Auslegung des Transverters für andere Batteriespannungen nicht sinnvoll ist, da dann insbesondere bei niedrigeren Betriebsspannungen aus Gründen, deren Erörterung den Rahmen dieses

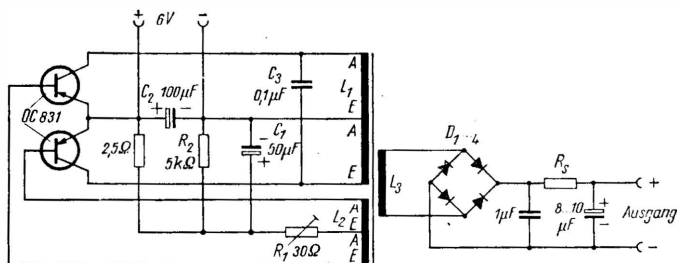


Bild 25 Schaltung des 5-W-Transverters. Er ermöglicht die Erzeugung höherer Spannungen aus einer 6-V-Batterie („Transistor-Zerhacker“)

Büchleins sprengt, die erreichbare Ausgangsleistung wesentlich zurückgeht und auch der Wirkungsgrad schlechter wird. Der Leerlaufstrom liegt bei diesem Transverter, abhängig von den Transistoren bei etwa 0,1 bis maximal 0,4 A, höhere Werte sind unnormal.

Bild 25 zeigt die Schaltung. L 1 ist die Primärwicklung, L 2 die Rückkopplungswicklung. Die richtige Polung ist zu beachten, im Bild sind Wicklungsanfänge und -enden angegeben. R 1 wird so eingestellt, daß der Transverter mit der vorgesehenen Belastung gerade anschwingt, bei Überlastung jedoch aussetzt. Falls kein Anschwingen erreicht wird, ist der Wert von R 2 etwas zu verringern. Falls R 1 zufällig den Wert 0 Ohm erhält, kann er entfallen. Für diesen Abgleichwiderstand eignet sich ein Drahtwiderstand mit Schelle oder auch ein 100-Ω-„Entbrummer“-Potentiometer, dem ein Festwiderstand von 50 Ω parallelgelegt wird. Bei der ersten Erprobung ist in Reihe mit der Batterie unbedingt ein Strommesser zu schalten, um nicht versehentlich den Maximalstrom von 1,1 A zu überschreiten, was sofort zur Beschädigung der Transistoren führen kann. Der Kondensator C 2 sollte nur entfallen, wenn eine Batterie mit niedrigem Innenwiderstand (nicht zu kleiner Bleiakku) benutzt wird. C 3 dämpft die im Umschaltmoment auftretenden Spannungsspitzen (Überschwinger), die sonst zum Spannungsdurchschlag an den Kollektorsperrschichten führen könnten, auf ein ungefährliches Maß, während C 1 in Zu-

sammenwirkung mit C 2 das Umschaltverhalten der Anordnung verbessert.

Für die Ausgangswicklung L 3 werden bei den Wickeldaten nur allgemeine Angaben gemacht. Diese Wicklung richtet sich nach dem vorgesehenen Verwendungszweck des Transverters und der gewünschten Ausgangsspannung. Grundsätzlich kann der Transverter für jede Ausgangsspannung zwischen etwa 10 bis 600 V ausgelegt werden. Der entnehmbare Strom ergibt sich dann aus der jeweils gewünschten Ausgangsspannung und der mit 5 W vorgegebenen maximalen Ausgangsleistung nach der bekannten Beziehung  $I = N/U$ . Hiernach kann geprüft werden, ob der Transverter für den vorgesehenen Zweck (z. B. Anodenspannungserzeugung für transportable Röhrengeräte, deren Strom- und Spannungsbedarf bekannt ist) ausreicht.

Die Wechsellspannung wird mit vier Dioden D 1 ... 4 gleichgerichtet. Welche Gleichrichtertypen hierfür benutzt werden, hängt wiederum von der gewünschten Ausgangsspannung und dem entnommenen Strom ab. Je nach diesen vorgegebenen Daten wird man entweder kleine Selengleichrichter (ungünstig, weil deren Wirkungsgrad nicht besonders gut ist) oder Germanium-Flächengleichrichter der Typenreihe OY 100 ... 104 oder OY 110 ... 114 verwenden. Die nachfolgende Siebung ist ebenfalls nur angedeutet. Für den Ladekondensator reicht angesichts der relativ hohen Schwingfrequenz eine Kapazität von 1  $\mu$ F aus, höhere Werte erschweren das Anschwingen. Der Siebwiderstand  $R_s$  und der nachfolgende Siebkondensator werden in gewohnter Form dimensioniert, können aber ebenfalls außergewöhnlich geringe Werte erhalten, da die Siebwirkung bei der höheren Frequenz wesentlich größer ist. Aus dem gleichen Grund ist die Verwendung einer Siebdrossel anstelle von  $R_s$  besonders günstig, sofern der dadurch größere Platzbedarf und das höhere Gewicht in Kauf genommen werden können.

Beim Aufbau ist zu beachten, daß jeder Transistor auf ein Kühlblech 100 · 100 mm (Alu-Blech, 1 mm dick) montiert werden muß. Da bei diesen Transistoren der Kollektor elektrisch mit dem Gehäuse verbunden ist, müssen die Kühl-

bleche entweder isoliert montiert werden, oder es wird zwischen Transistor und Kühlblech eine dünne Glimmerscheibe gelegt. Anderes Isoliermaterial eignet sich wegen des zu geringen Wärmeleitwertes nicht. In letzterem Fall können die Kühlbleche abgewinkelt und am Trafo befestigt werden. Zwischen ihnen finden die übrigen Teile Platz. Falls R 1 eine isolierte Achse hat, kann er in eines der Kühlbleche eingesetzt werden.

Der Trafo wird auf einen Kern der Größe M 42, Dyn-Blech IV/0,35, Bleche einseitig mit 0,5 mm Luftspalt geschichtet, gewickelt. Zuunterst kommt Wicklung L 1 mit 2 mal 65 Wdg. 0,75 CuL, beide Teilwicklungen werden biflar gewickelt (zweidrähtig zugleich wickeln, anschließend wie in Bild 25 angegeben verbinden). Darüber kommt ohne Zwischenlage Wicklung L 2 mit 2 mal 22 Wdg. 0,3 CuL, ebenfalls biflar gewickelt. Hierauf folgen eine Lage Ölleinen und dann Wicklung L 3. Deren Windungszahl richtet sich nach der gewünschten Ausgangsspannung. L 3 erhält 12,7 Wdg./V, das heißt, die Ausgangsspannung multipliziert mit 12,7 ergibt die Windungszahl. Der Drahtdurchmesser wird nach den hierfür üblichen Tabellen und dem in Frage kommenden Ausgangsstrom gewählt und darf bei Platzmangel auf dem Wickel notfalls 20% geringer sein als in den Tabellen angegeben. Für eine Ausgangsspannung von 220 V~ wären demgemäß 2800 Wdg. 0,13 CuL nötig. Erwähnt sei noch, daß die abgegebene Wechselspannung nicht sinusförmig ist, sondern wie bei jedem Transverter angenäherte Rechteckform hat, die Schwingfrequenz ist außerdem relativ stark lastabhängig. Für die praktische Anwendung als Gleichspannungswandler ist das ohne Bedeutung, jedoch eignet sich aus diesem Grunde ein derartiger Transverter nicht als Wechselspannungsquelle. Deshalb wäre es nicht möglich, einen für 50 Hz ausgelegten Transverter beispielsweise zur Speisung von Tonbandmotoren oder ähnlichen für 220 V~/50 Hz ausgelegten Geräten zu verwenden. Für derartige Sonderfälle gibt es spezielle, allerdings weit aufwendigere Transverterschaltungen, deren Realisierung für den Amateur am Aufwand und zur Zeit auch am Fehlen hierfür ausreichend großer Leistungstransistoren scheitert.



## **5. ELEKTRONIK**

In diesem Abschnitt sollen einige für den Amateur interessante Transistoranwendungen aus dem Gebiet der Elektronik dargelegt werden. Die gezeigten Schaltungen sind als Beispiele gedacht, sie können durch geringe Abänderungen auch für andere Zwecke benutzt werden. Dem Ideenreichtum des Amateurs bieten sich viele Möglichkeiten. Im übrigen sei an dieser Stelle besonders auf die Hefte 20 (Transistorschaltungen, Teil I) und 28 (Elektronik-Schaltungen für Amateure) der Broschürenreihe verwiesen, in denen zahlreiche Schaltungsbeispiele und Anregungen zu diesem vielseitigen und wichtigen technischen Spezialgebiet zu finden sind.

### **5.1 Leistungs-Blinklichtgeber für Kraftfahrzeuge**

Blinklichtschaltungen wurden schon mehrfach, unter anderem in den obengenannten Heften, veröffentlicht, zumal es dafür eine ganze Reihe von Varianten gibt, unter denen die jeweils für den gegebenen Zweck günstigste zu wählen ist. Sie sind auch deshalb von besonderer Bedeutung, weil ihre Anwendung keineswegs nur auf Blinkeinrichtungen beschränkt ist. Anstelle der Blinklampen können Relais treten, mit denen dann beliebige andere Geräte zu schalten sind, so daß Blinkerschaltungen ganz allgemein als Taktgeberschaltungen aufzufassen sind.

Für die Anwendung im Kraftfahrzeug bietet sich die Möglichkeit, die bekannten Thermo-Blinkrelais, die relativ störungsanfällig sind, zu umgehen. Bei der Verwendung normaler Schaltrelais wäre das grundsätzlich schon mit den früher beschriebenen Blinkerschaltungen möglich, jedoch bleibt dann noch immer die Notwendigkeit eines Schaltrelais, das heißt eines mechanischen Kontaktorgans. Kontaktlose Blinkerschaltungen für Kraftfahrzeuge scheiterten bisher angesichts der starken zu schaltenden Lampenströme am Fehlen hinreichend leistungsstarker Transistoren. Auch die Leistung des OC 830 ... OC 833 reicht noch nicht aus.

Inzwischen sind jedoch die ersten 4-W-Leistungstransistoren aus der DDR-Fertigung erhältlich; für den Amateur besteht gelegentlich die Möglichkeit, entsprechend belastbare Leistungstransistoren aus sowjetischer Fertigung zu bekommen. Bild 26 zeigt, wie relativ einfach eine kontaktlose Blinkvorrichtung für die Verwendung in Kraftfahrzeugen aufgebaut werden kann. Für den Leistungstransistor T 2, der den Lampenstrom schaltet, wird ein 4-W-Transistor vom Typ OC 836 (ersatzweise OC 835) verwendet,

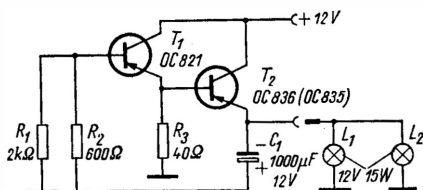


Bild 26

Blinklichtschaltung für Kraftfahrzeuge. T 2 ist ein 4-W-Transistor (siehe Text) – Bei T 1 und T 2 sind Kollektor und Emittter zu vertauschen –

der jedoch nur bis maximal 3 A Kollektorstrom belastbar ist. Legt man die üblichen Blinkerlampen für 12 V/15 W zugrunde, so können dann maximal 2 Lampen geschaltet werden. Eine 6-V-Blinkanlage ist grundsätzlich ebenso aufgebaut, kann jedoch wegen der dann höheren Lampenströme nur entweder eine Blinklampe 6 V/15 W oder 2 Lampen 6 V/5 W schalten. Hier sind also lediglich durch das derzeitige Transistorenangebot noch Grenzen gesetzt. Mit einem sowjetischen Transistor der P-4-Serie beispielsweise wäre diese Schaltung auch für 6-V-Pkw-Anlagen mit zwei 6-V/15-W-Blinklampen geeignet. Entsprechende Transistoren befinden sich auch in der DDR in Entwicklung. Bei der Auswahl der Transistoren kann nicht ihre Nenn-Verlustleistung mit der Lampenleistung in Beziehung gebracht werden. Die Kollektorverlustleistung wird hier nie erreicht und kann daher beträchtlich unter der Lampenleistung liegen. Maßgebend sind lediglich maximal zulässiger Kollektorstrom und Lampenstrom. Der Lampenstrom sollte möglichst nicht mehr als 70% des maximal zulässigen Kollektorstromes erreichen, um die Transistoren durch den kurzen Lampen-Einschaltstromstoß nicht zu gefährden.

Die Schaltung in Bild 26 ist eine vereinfachte Multivibrator-schaltung. Wenn die für übliche Blinker im Pkw vorhandene Verkabelung beibehalten wird, sind 2 derartige Blinkgeber — für jede Seite einer — erforderlich. Der Blinkerschalter schaltet dann die Betriebsspannung auf den jeweiligen Blinkgeber. Bei Verwendung eines zweipolig schaltenden Blinkerschalters kommt man mit nur einem Blinkgeber aus; der Blinkerschalter schaltet dann die jeweilige Lampengruppe an den Geber und legt in beiden Schaltstellungen zusätzlich die Betriebsspannung an den Geber an.

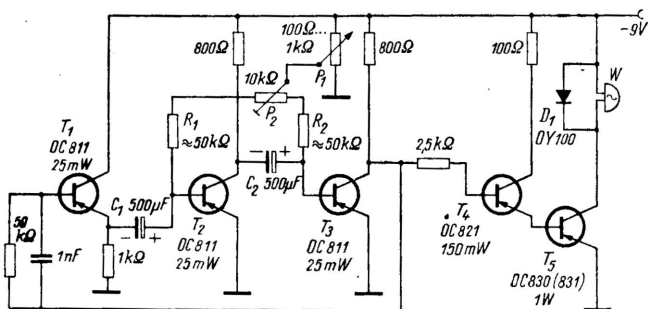
Diese Schaltung zeichnet sich durch einfachen Aufbau und geringen Materialbedarf aus, ist aber weitgehend von den Exemplareigenschaften der Transistoren abhängig. Die genauen Werte für R 1 bis R 3 und C 1 müssen also erprobt werden, bleiben dann natürlich für die jeweiligen Transistoren konstant. Die in Bild 26 angegebenen Werte sind am Versuchsmuster des Verfassers ermittelte Größen für Transistoren mit mittleren Stromverstärkungswerten. Sie können als Ausgangswerte dienen. Die Einstellung geschieht wie folgt:

Zunächst wird der Emitter von T 1 abgelötet und R 3 so bemessen, daß die an den Lampen L 1, L 2 stehende Spannung gerade 0,3 V geringer ist als die Batteriespannung. R 3 soll nicht kleiner sein als hierfür erforderlich. T 1 wird nun wieder angelötet, und R 1 und R 2 werden wechselseitig auf den am günstigsten erscheinenden Blinkrhythmus (etwa 2 Blinkperioden je Sekunde) eingestellt. Dabei beeinflußt R 2 vorwiegend die Blinkzeit, R 1 wird so eingestellt, daß die Anordnung gerade sicher anschwingt. Sein Wert soll nicht geringer sein, als er hierfür nötig ist. Falls sich keine befriedigende Einstellung der gewünschten Blinkzeit erreichen läßt, kann C 1 im Wert etwas geändert werden.

Dieser Blinkgeber hat neben der außerordentlichen Betriebssicherheit den Vorteil eines für den Verkehr sehr günstigen Blinkrhythmus. Grundsätzlich ist die Leuchtzeit der Lampen ein klein wenig länger als die Dunkelzeit. Aufgebaut wird der Geber zweckmäßig in einem kleinen

## 5.2 Transistor-Metronom

Auch hier geht man wieder von einem Multivibrator (T 2, T 3) aus. T 2 und T 3 sind über C 1 und C 2 gekoppelt und schalten sich periodisch gegenseitig ab. Als „Signalorgan“ wurde ein Wechselstromwecker W genommen. Über den



64

gleichstromgekoppelten Verstärkertransistor T 4 wird der Schalttransistor T 5 angesteuert. T 5 ist immer dann, wenn T 3 sperrt, durchgesteuert. Wechselstromwecker haben bekanntlich keinen Unterbrecher, demzufolge wird der Anker immer beim Durchschalten von T 5 angezogen und schlägt einmal an die Glocke. Um beim Abschalten des Weckers W durch die in dessen Wicklung entstehende Selbstinduktionsspannung den Transistor T 5 nicht zu gefährden, ist W mit einer Flächendiode OY 100 überbrückt (Polung beachten!), die diese Abschaltspannungsspitzen bedämpft. Diese Maßnahme empfiehlt sich grundsätzlich dann, wenn induktionsbehaftete Verbraucher (also auch Relaiswicklungen usw.) durch einen Transistor schlagartig abgeschaltet werden.

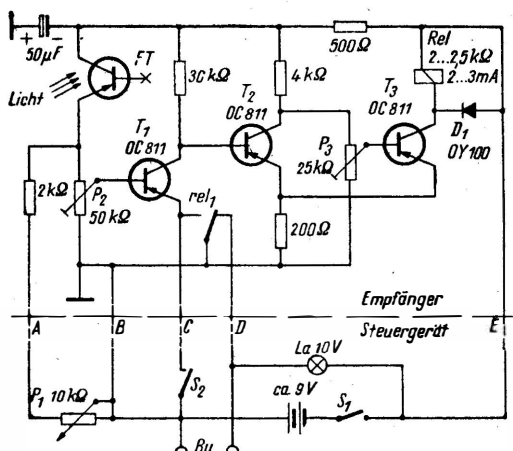
W kann auch ein Gleichstromwecker sein — der dann stets so lange ertönt, wie T 5 durchgeschaltet ist —, ein Relais, eine Lampe oder ähnliches. Der Gleichstromwiderstand von W muß jedoch mindestens  $10\ \Omega$  betragen. Für Metronomzwecke (für Musiker usw.) ist oft ein bestimmter, neutraler Klang erwünscht, eine Glocke wird hierfür oftmals als störend empfunden. Dann können bei W auch ein Hochtוןlautsprecher oder für geringere Lautstärken sogar eine niederohmige Fernsprech-Hörkapsel angeschlossen sein, die dann ein markantes, neutral klingendes Knackgeräusch abgeben. Als Hochtוןlautsprecher eignen sich hierfür die kleinen Spezialausführungen mit hart gelagerter Membran und Impedanzen über  $10\ \Omega$ , während das Knackgeräusch bei Fernsprech-Hörkapseln dadurch entsteht, daß die Membran an die Polschuhe des Magnetsystems anschlägt. In beiden Fällen ist jedoch eine Voraussetzung wesentlich, die für diesen Verwendungszweck typisch ist: Die Umschaltung muß schlagartig erfolgen, das heißt, der vom Multivibrator abgegebene Rechteckimpuls muß steile Flanken haben. Bei üblichen Multivibratoren ist das aber nicht hinreichend der Fall. Deshalb wurde der Multivibrator hier noch durch eine Impulsformerstufe T 1 ergänzt, die für die nötige Flankensteilheit sorgt. Wenn bei W ein Wecker, ein Relais oder eine Lampe eingesetzt wird, ist die Flankensteilheit von untergeordneter Bedeutung. T 1 kann entfallen, Minuspol von C 1 wird direkt mit Kollektor von T 3 verbunden.

R 1, R 2 und C 1, C 2 sind maßgebend für die Taktzeiten. Für ein symmetrisches Tastverhältnis soll  $C\ 1 = C\ 2$  und  $R\ 1 = R\ 2$  sein. Wird ein unsymmetrisches Tastverhältnis gewünscht (etwa kurze Signale mit längeren Pausen, mit Gleichstromwecker bei W als Beispiel), können diese Werte auch weitgehend variiert werden. Es sind dann Tastverhältnisse bis nahezu 1:100 erreichbar. Die Taktzeit könnte durch Verändern von R 1 und gleichzeitig R 2 geregelt werden, was aber ein Tandempotentiometer erfordern würde. In Bild 27 wurde daher eine Taktzeitregelung durch Ändern der Basisvorspannungen mit P 1 gewählt; dieser Regler kann unmittelbar in Takte/min geeicht werden. Bei der Anwendung als Metronom im Fernschreib- und Musikunterricht muß das Taktverhältnis exakt 1:1 sein. Um Einzelteildifferenzen auszugleichen, wurde deshalb P 2 vorgesehen, mit dem bei unveränderter Taktfrequenz das Taktverhältnis einstellbar ist. Durch Weglassen der für den jeweiligen Zweck unwesentlichen Organe entsprechend den genannten Hinweisen kann der Taktgeber noch vereinfacht und dem jeweiligen Verwendungszweck genau angepaßt werden.

Als Transistoren sind neben den angegebenen Typen auch alle datenähnlichen Typen der Reihe OC 810...822, 824...829, 870...872 und die preisgünstigen Bastlertransistoren zu verwenden, unter letzteren wird sich jedoch wegen der stark streuenden Kenndaten eine gewisse Auswahl erforderlich machen. Zur Orientierung sind in Bild 27 unter den Transistoren noch die jeweils erforderlichen Mindestbelastbarkeiten angegeben.

### **5.3 Transistor-Lichtschranke mit Selbsthalteschaltung**

Eine sehr einfache Transistor-Lichtschranke wurde bereits im ersten Teil beschrieben, weitere Hinweise zu diesem Thema sind in Heft 28 der Reihe („Elektronik-Schaltungen“) gegeben. Gerade bei Lichtschranken kommt es aber außer auf die geeignete Schaltung auch auf zweckentsprechende



**Bild 28**

Schaltung einer Transistor-Lichtschranke mit Selbsthaltung. Das Gerät ist aus Bedienungsgründen in Empfänger und Steuergerät aufgeteilt

Gestaltung des Gerätes an. Deshalb soll hier die vollständige Beschreibung einer ausgeführten Anlage folgen.

Bild 28 zeigt die Schaltung. Einfache Lichtschranken, wie die in Heft 20 beschriebene, haben den Nachteil, auf langsame Lichtänderungen mit einem langsamen Abfall des Relaisstromes zu reagieren, das Relais wird also „schleppend“ und daher nicht immer zuverlässig geschaltet. Deshalb ist eine Schmitt-Trigger-Schaltung (T 2, T 3 in Bild 28) vorteilhafter, die sich auch unter langsamen Lichtänderungen bei Erreichen eines definierten „Schwellwertes“ durch plötzliche Umschaltung auszeichnet. Eine solche Anlage ist dann auch als „Dämmerungsschalter“ zu verwenden.

Für das „Auge“, das lichtempfindliche Organ, gibt es mehrere Lösungen. Fotowiderstände — wie in Heft 20 benutzt — sind zwar elektrisch sehr günstig, jedoch relativ kostspielig und nicht immer leicht zu beschaffen. Ähnliches gilt für Selen-Fotozellen. Für Amateurzwecke bewährt sich jedoch auch der „Fototransistor“, der vom Amateur selbst

improvisiert werden kann. Diese Lösung wurde in Bild 28 gewählt.

Die Kollektor-Sperrschicht eines jeden Transistors ist lichtempfindlich. Lichteinwirkung macht sich bei nicht angeschlossener Basis des Transistors in einem Ansteigen des Kollektorreststromes bemerkbar; deshalb müssen Transistoren im Normalfall lichtdicht verschlossen sein. Leider haben zur Zeit sämtliche Transistoren der DDR-Fertigung Metallgehäuse, so daß dem Licht nicht ohne weiteres Zugang zum Transistorkristall geschaffen werden kann. Einige Importtypen (z. B. OC 44, OC 45, OC 603, OC 604, OC 71) haben jedoch schwarz lackierte Glasgehäuse. Hier genügt es, den Lack mit azetonbefeuchteter Watte abzuwischen, um einen brauchbaren Fototransistor zu erhalten. Bei der in den Fotos gezeigten Anlage wurde dieser Weg gewählt. Es ist jedoch auch bei DDR-Transistoren der älteren ovalen Bauformreihe OC 810...823 mit etwas Geschick und Vorsicht möglich, auf der kollektorseitigen Schmalkante des Gehäuses ein etwa 2 mm großes Loch zu feilen, das dann sofort mit einem aufgeklebten Zellophanblättchen verschlossen wird. Als Kleber eignet sich Duosan, keinesfalls ein wasserhaltiger Kleber! Da der Kristall äußerst feuchteempfindlich ist, muß in einem sehr trockenem Raum gearbeitet und das Loch so schnell wie möglich wieder verschlossen werden, wobei keine Atemluft eindringen sollte. Eine Schädigung („Vergiftung“) des Kristalls ist trotzdem kaum zu vermeiden, und noch nach einigen Wochen kann der Fototransistor unbrauchbar werden. Für andere Zwecke ist der Transistor dann natürlich nicht mehr verwendbar. Immerhin ist dieser Weg, zu einem Fototransistor zu kommen, trotz des relativ großen Risikos durchaus gangbar, wenn hierfür die sehr preiswerten „Bastlertransistoren“ benutzt werden. Vorzuziehen sind Exemplare mit nicht zu geringer Stromverstärkung und geringem Kollektorreststrom. In Bild 28 ist der Anschluß dieses Fototransistors FT erkennbar. Serienmäßig sind Fototransistoren in der DDR zur Zeit nicht erhältlich.

P 2 ist der Empfindlichkeitsregler (Schwellwertregler), mit dem die Anlage auf die vorhandene Lichthelligkeit ein-



gestellt wird. Beim praktischen Einsatz ist es nicht günstig, diesen Regler oder andere Bedienungsorgane fest mit dem Lichtempfänger zu verbinden, da der Lichtempfänger im allgemeinen genau auf den auftreffenden Lichtstrahl ausgerichtet sein muß. Das gilt besonders, wenn dem Fototransistor eine Sammellinse zur Empfindlichkeitssteigerung vorgesetzt wird. Bei einer nachträglichen Betätigung des Reglers kann leicht der Empfänger verschoben werden, was sofort zur Auslösung der Lichtschranke führt. Deshalb wurden hier Empfänger und Steuergerät getrennt aufgebaut und über ein fünfadriges Kabel (Leitungen A bis E in Bild 28) verbunden. Mit P 2 wird dann die Empfindlichkeit grob voreingestellt, ihm parallel liegt im Steuergerät P 1, mit dem die genaue Schwellwert-Feineinstellung nach dem Ausrichten der Lichtschranke erfolgt.

Weitere Ausführungen zur Schmitt-Trigger-Schaltung übersteigen den Rahmen dieses Büchleins; hierüber sind auch in Heft 28 dieser Reihe (Elektronik-Schaltungen) nähere Angaben zu finden. Mit dem Regler P 3 kann der Arbeitspunkt des Triggers (Umschaltverhalten) eingestellt werden. Die Einstellung ist nicht besonders kritisch, P 3 kann auch durch 2 annähernd gleichgroße Festwiderstände (durch Versuch ausprobieren!) ersetzt werden. Im Kollektorstromkreis von T 3 liegt das Relais Rel, das etwa die angegebenen Daten haben muß. Es ist mit einer Dämpfungsdiode D 1 überbrückt, deren Zweck bereits in Abschnitt 5.2 erläutert wurde. Übrigens kann das Relais auch durch einen Festwiderstand von  $2,5\text{ k}\Omega$  ersetzt werden, falls kein geeignetes Relais zu beschaffen ist. Dann ist ein Transistorverstärker entsprechend den Stufen T 4 und T 5 in Bild 27 nachzusetzen. Das Relais, das jetzt eine kräftige Ausführung mit weitgehend beliebigen Daten sein kann, tritt dort anstelle von W. Der Basiswiderstand für T 4 in Bild 27 soll dann jedoch auf wenigstens  $10\text{ k}\Omega$  erhöht werden.

Solange auf FT Licht fällt (Bild 28), führen T 1 und T 3 Strom, Rel ist also angezogen. Wird der Lichtstrahl unterbrochen oder unterschreitet einen mit P 1 und P 2 eingestellten Wert, so fällt Rel ab und legt seinen Kontakt rel 1 in die im Bild gezeichnete Aus-Stellung. Dadurch wird

der Emitter des T 1 von Batterie-Plus getrennt, so daß T 1 stromlos bleibt und das Relais auch nach Wiedereinsetzen des Lichtstrahles nicht mehr ziehen kann. Erst wenn im Steuergerät Schalter S 2 — dem noch ein Druckknopf parallel liegen kann — geschlossen wird, zieht das Relais wieder an. Mit S 2 kann also ein bestehender Alarm gelöscht beziehungsweise die Selbsthalteschaltung unwirksam gemacht werden. Ist S 2 geschlossen, so bleibt Rel abgefallen, solange der Lichtstrahl geschwächt oder unterbrochen ist, und zieht mit Einsetzen des Lichtes sofort wieder an. Der Ruhekontakt von rel 1 bringt beim Abfallen des Relais die Lampe La zum Leuchten, außerdem verbindet er die Buchsen Bu miteinander. Hierüber kann ein beliebiger äußerer Schaltvorgang (Alarmglocke, Zählwerkbetätigung, elektrischer Auslöser für Fotokameras usw.) betätigt werden. S 1 ist der Hauptschalter der Anlage.

Als Stromquellen wurden beim Mustergerät 2 Flachbatterien verwendet. Wird die Anlage stationär benutzt, so ist mitunter für Dauerbetrieb (Einbruchsicherungen usw.) Netzspeisung günstiger, wobei sie natürlich auch bei Netzausfall funktionieren muß. Dann sind als Stromquelle 4 bis 5 Trockenakkus je 2 V geeignet, die vom Netz ständig nachgeladen werden. Eine hierfür geeignete Schaltung, die gegebenenfalls zusammen mit den Kleinakkus im Steuergerät untergebracht werden kann, zeigt Bild 29. Die Aufladung erfolgt über einen Vorschaltkondensator  $0,05 \mu\text{F}/500 \text{ V}$ , der, kleiner und leichter als ein Trafo, keine

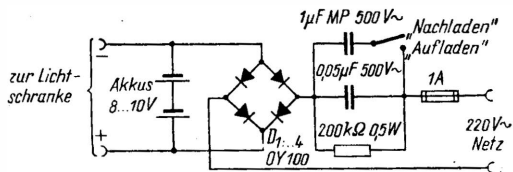


Bild 29 Lade- und Netzanschlußvorrichtung für die Lichtschränke nach Bild 28. Diese Schaltung kann sinngemäß auch für andere Transistorgeräte zwecks Dauerbetrieb am Netz verwendet werden

Wärme entwickelt, was sehr vorteilhaft ist. Für die Gleichrichtung reichen vier kleine Flächengleichrichter OY 100 (D 1 bis 4 in Bild 29) aus. Der Vorschaltkondensator ist so bemessen, daß die Nachladestromstärke gerade etwa dem Ruhestromverbrauch der Lichtschranke entspricht, die Akkus also praktisch nicht entladen werden. Ihre Haltbarkeit entspricht dann annähernd ihrer Lagerfähigkeit. Falls es bei längerem Netzausfall einmal zur Entladung der Akkus kommt, kann durch Zuschalten des 1- $\mu$ F-Kondensators (MP-Becher-Kondensator für 500 V~) für eine rasche Wiederaufladung der Akkus gesorgt werden. Die Netzanschlußvorrichtung in Bild 29 kann im übrigen sinn gemäß auch für andere zum Dauerbetrieb bestimmte Transistorgeräte benutzt werden. Die Geräte müssen dann jedoch wegen der direkten Netzverbindung des Ladegerätes vollständig berührungssicher aufgebaut werden (Starkstromgefahr!).

Bild 30 zeigt den Aufbau der Anlage. Links im Bild das Steuergerät mit den beiden Flachbatterien, den Schaltern S 1 und S 2 (dem hier ein Druckknopf „Alarm löschen“ parallel liegt), der Lampe La und an der Schmalseite dem Regler P 1. In Bildmitte der in einem durchsichtigen Polystyrolgehäuse untergebrachte Lichtempfänger. Er ist am Boden mit Foto-Stativgewinde versehen und kann mit einem Foto-Klemmstativ („Baumschraube“) überall in jeder beliebigen Lage befestigt werden. Bekanntlich ist eine bedeutende Reichweitensteigerung beziehungsweise Verringerung der nötigen Lichtenergie für die Schranke erreichbar, wenn dem Fototransistor eine Sammellinse vorgesetzt wird, in deren Brennpunkt sich der Halbleiterkristall befindet. Das macht die Anlage unauffälliger und spart Batteriekapazität für die Schranken-Lampe. In Bild 30 dient diesem Zweck ein Fotoobjektiv, noch günstiger, weil lichtstärker, sind einfache Lupen, Brenngläser und so weiter. Durch die Bündelung des Lichtstrahles wird die Anlage dann gleichzeitig weitgehend unabhängig von der Umgebungshelligkeit des Empfängers, besonders dann, wenn der Fototransistor hinter einer Öffnung etwas vertieft montiert wird. Mit der gezeigten Anlage gelang es, mit einer einfachen,

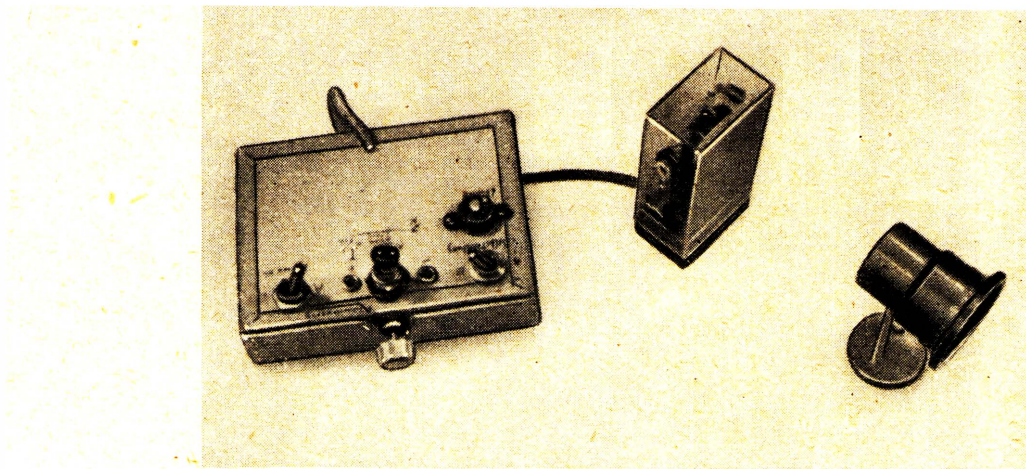


Bild 30 Aufbau der Lichtschranke nach Bild 28. Links das Steuergerät, in Bildmitte der Lichtempfänger, dem hier zur Lichtstrahlbündelung ein Fotoobjektiv (rechts) vorgesetzt ist

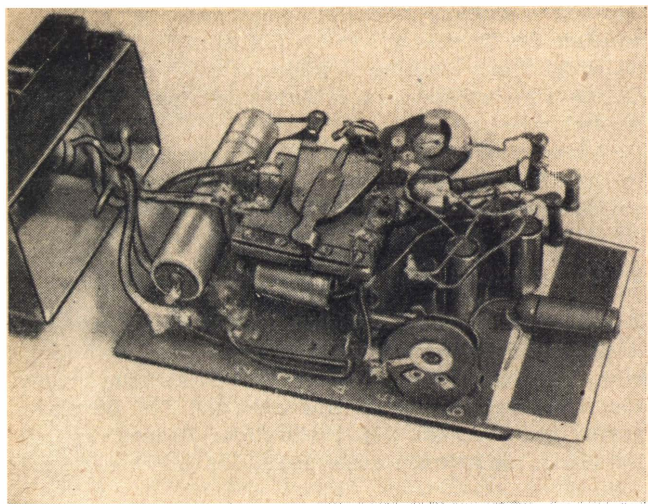


Bild 31 Aufbau des Lichtempfängers nach Bild 28 (siehe Text)

gutbündelnden Taschenlampe mit Infrarotfilter („unsichtbares Licht“) bei Nacht reichlich 50 m, ohne Filter weit über 100 m zu überbrücken, selbst am hellen Tage gelang das noch über reichlich 30 m. Exakte Justierung der Vorsatzlinse ist dabei natürlich entscheidend.

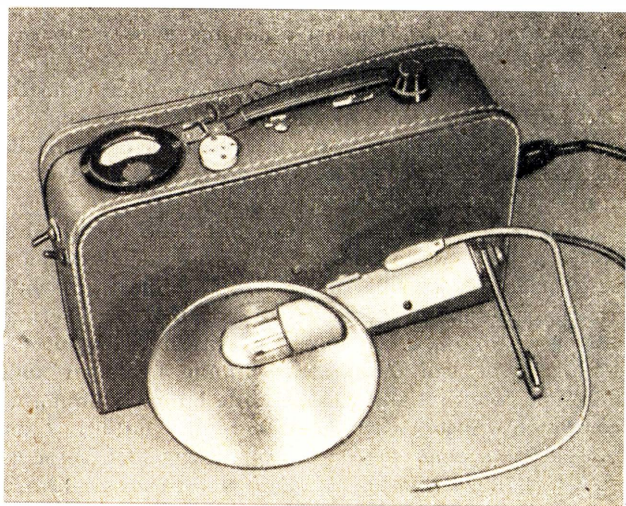
Bild 31 zeigt den Aufbau des Lichtempfängers nach Bild 28. Das Gerät liegt hier auf der normalerweise der Lichtquelle zugekehrten Seite. Alle Einzelheiten fanden auf einer Pertinaxgrundplatte Platz. Rechts im Bild (in Normalstellung oben) ist der mit einem schwarzen Klebeband festgelegte, bis auf die Eintrittsöffnung lichtdicht abgeschlossene Fototransistor zu sehen. Die Eintrittsöffnung vor dem Fototransistor wird durch ein nur reichlich 1 mm großes Loch in einer weißen Deckplatte gebildet. Diese hat den Zweck, die Justierung der Sammellinse zu erleichtern, da es sonst bei schwachem Licht oder großer Schrankenlänge unmöglich ist, den Brennpunkt genau einzustellen. Er wird jetzt auf der weißen Deckplatte dicht neben der

Öffnung abgebildet und fällt dann durch geringes Verschieben des Empfängers in die Eintrittsöffnung. Derartige „Kleinigkeiten“ sind beim praktischen Gebrauch solcher Geräte von entscheidender Wichtigkeit, werden aber oft übersehen.

Rechts vorn an der Platine ist P 2 sichtbar. Hinten liegt P 3, in der Mitte der Platte ist das Relais — hier ein gerade vorhandenes kommerzielles Kleinrelais — sichtbar.

#### **5.4 Foto-Elektronenblitzgerät mit Transistoren**

Wie viele Leserfragen zeigten, besteht für den Bau eines leistungsfähigen Transistor-Elektronenblitzers großes Interesse. Im folgenden wird ein Gerät beschrieben, das auch für den anspruchsvollen Amateur und für Berufsfotografen geeignet ist. Die ausführliche Behandlung aller Details ist im Rahmen dieses Büchleins jedoch nicht mög-



**Bild 32 Foto-Elektronenblitzgerät. Im Koffer der Aufbau nach Schaltung Bild 33; die Blitzlampe ist hier die im Handel erhältliche „B-70-Blitzgerät-Hauptlampe“**

lich. Der weniger geübte Bastler findet ausführliche Bauhinweise in einer in Heft 7 und 8/1960 der Zeitschrift „funk-amateur“ vom Verfasser veröffentlichten Bauanleitung. Bild 32 zeigt das fertige Gerät. Als Blitzlampe wird hier die bekannte Industriebitzleuchte zum Gerät „B 70“ („Hauptlampe B 70“ vom VEB Elgawa Plauen/Vogtland) benutzt. Das Gerät hat eine umschaltbare Lichtleistung von 40/120 Ws (Vergleich: Blitzgerät „B 70“ hat eine Effektivleistung von etwa 40 Ws) und ist daher auch für Farbaufnahmen geeignet. Es schaltet nach vollendeter Kondensatoraufladung selbsttätig ab und hat ein Meßgerät zur Kontrolle des Ladezustandes der Blitzkondensatoren und der Batterie. In Bild 32 sind oben rechts vom Koffergriff der Leistungsumschalter, links das Meßwerk und eine kleine Steckdose zum Anschluß einer Pilotlampe (wertvoll zum Einstellen der Kamera bei schwachem Licht), an der linken Kofferseite der Batterieschalter und der Meßwerkumschalter sichtbar. Bild 33 zeigt die Schaltung. Aufgeladen werden die Blitzkondensatoren mit einer Transverterschaltung, die weitgehend der unter Abschnitt 4.1 (Bild 25) beschriebenen entspricht und daher hier nicht näher erläutert wird. Der Trafo-Aufbau weist die gleichen Daten wie der dort genannte auf, L 3 bekommt hier 3 300 Wdg. 0,12 CuL. Lediglich die Basis-Spannungsteilerschaltung ist im Hinblick auf die automatische Abschaltung etwas anders. Die Widerstände R 1 und R 2 sind mit den gleichnamigen in Bild 25 identisch, rel ist der Relaiskontakt. Während der Aufladung befindet er sich in der gezeichneten Stellung (Relais Rel stromlos). Sobald die Aufladung beendet ist, zieht das Relais, und rel schließt dann Wicklung L 2 kurz und schaltet die Basisvorspannung über R 2 ab, so daß der Transverter stillgesetzt wird. Er nimmt dann nur noch den Kollektorreststrom für die Transistoren auf, der bei höchstens 2 bis 3 mA liegt. Sobald das Relais abfällt, wird R 2 wieder angeschaltet, und zwar nicht an Mitte, sondern an ein Ende der Wicklung L 2. Der entstehende Stromstoß in der unteren Teilwicklung von L 2 bewirkt dann ein zuverlässiges „Starten“ des Transverters. Die Batterie ist ein 6-V-5-Ah-Bleiakkumulator (Fa. Quaiser, Dresden, Type EB).

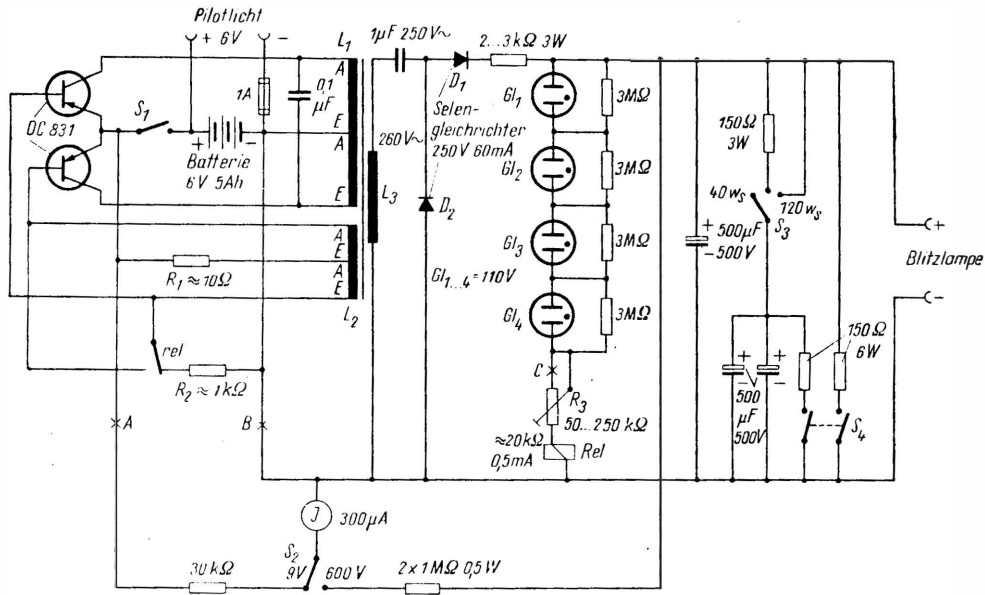


Bild 33 Schaltung des Blitzgerätes nach Bild 32



Der Pilotlichtanschluß führt auch bei abgeschaltetem Blitzzer (S 1) Spannung und ist gegen mögliche Kurzschlüsse im Pilotlichtkabel, die bei dem kräftigen Akku zu Brandschäden führen können, mit 1 A abgesichert.

Der Umschalter S 2 erlaubt über die entsprechenden Vorwiderstände eine Kontrolle des Ladezustandes der Batterie und der Blitzkondensatoren, am Instrument sind die Skalenpunkte für volle Ladung markiert. Das ist wertvoll, falls bei Schnappschüssen oder Reportagen einmal vorzeitig abgeblitzt werden muß. Die bis dahin erreichte Leistung beziehungsweise Leitzahl kann dann am Instrument abgelesen und berücksichtigt werden. Die am Lampenstab vorhandene Anzeigeglimmlampe ist für die Praxis zu ungenau. Das Instrument J soll einen möglichst geringen Eigenstromverbrauch haben ( $\leq 300 \mu\text{A}$ ), da sein Stromverbrauch bei Kontrolle der Blitzspannung einen nicht zu vernachlässigenden Verluststrom darstellt.

Die Hochspannung von L 3 (250 V ~) wird mit einer Spannungsverdopplerschaltung (Delon-Schaltung mit D 1 und D 2) gleichgerichtet. Über einen Vorwiderstand werden die vorhandenen drei Blitzkondensatoren je  $500 \mu\text{F}/500 \text{ V}$  aufgeladen. Sein Wert soll möglichst gering, jedoch nicht zu gering sein, da der Transverter sonst schwer anschwingt. Ein Kondensator ist ständig angeschlossen, für erhöhte Lichtleistung können über S 3 zwei weitere zugeschaltet werden. S 3 muß dabei unbedingt die Zwischenstellung mit dem  $150\text{-}\Omega$ -Widerstand haben, die beim Gebrauch mäßig schnell überschaltet wird. Anderenfalls käme es bei plötzlicher Zuschaltung der ungeladenen Zusatzkondensatoren zum gegebenenfalls bereits geladenen Blitzkondensator zu einer schlagartigen Umladung. Der dabei entstehende Stromstoß würde zu einer explosionsartigen und äußerst gefährlichen Zerstörung des Schalters S 3 und der Leitungen führen. Es muß hier erwähnt werden, daß im Umgang mit den geladenen Blitzkondensatoren äußerste Vorsicht am Platze ist. Kurzschluß eines auch nur schwach geladenen Blitzkondensators führt in jedem Fall zu explosionsartigen Schäden, die zu starken Brandverletzungen führen können! Keinesfalls darf etwa ein abgeblitzter,

nicht vollständig entladener Kondensator durch Kurzschließen mit dem Schraubenzieher oder ähnlichen Werkzeugen „entladen“ werden! Es ist zu beachten, daß auch nach Abblitzen an den Kondensatoren eine Restspannung von 80 bis 100 V stehenbleibt! Bei Eingriffen in das Gerät ist daher zunächst der Sicherheitsschalter S 4 (der im Innern des Gerätes untergebracht ist) zu schließen und während der gesamten Arbeitsdauer geschlossen zu halten. Im übrigen muß der gesamte Aufbau des Hochspannungsteiles nach starkstromtechnischen Gesichtspunkten und mit sehr zuverlässiger Isolierung vorgenommen werden. Das gilt ganz besonders für Lampenkabel und Steckverbindungen, die so gestaltet sein müssen, daß eine zufällige Berührung der unter Spannung stehenden Teile unmöglich ist. Zweckmäßig benutzt man hierfür die Originalkuppelungen des B-70-Gerätes. Die Leitungen von den Blitzkondensatoren zu S 3 — einer Starkstromausführung mit großflächigen, stabilen Kontakten — und zur Blitzlampe sollen mit starkem Querschnitt (mindestens  $2,5 \text{ mm}^2 \text{ CuL}$ ) verlegt werden, um Lichtverluste zu vermeiden. Der Blitzstrom erreicht immerhin Werte von 50 bis 80 A! Die Blitzdauer dieses Gerätes liegt je nach Leistung bei  $1/300$  bis  $1/1000 \text{ s}$ , die Aufladezeit bei knapp 10 Sekunden. Abgeblitzt werden kann bereits mit halber Spannung nach etwa 3 Sekunden. Dies gilt für 40 Ws Leistung.

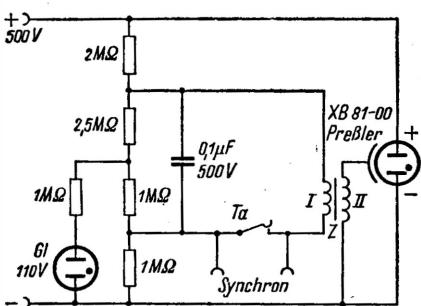
Die automatische Abschaltung wurde hier so ausgelegt, daß bereits bei einem Spannungsrückgang um etwa 20 V die Nachladung erfolgt. Damit wird eine unter allen Umständen völlig konstante Lichtleistung gewährleistet, gleichgültig, wie lange das Gerät in „Wartestellung“ verbleibt. Die hohe Schaltgenauigkeit wird mit vier Glimmlampen G1 ... 4 nach dem Prinzip der „umgedrehten Glimmstrecken-Stabilisierung“ erreicht, über die nähere Einzelheiten in Heft 28 dieser Reihe („Elektronik-Schaltungen“) zu finden sind. Die Glimmlampen sind kleine Prüfstiftlampen für je 110 V. Mit R 3 wird der Ansprechpunkt des Relais auf etwa 490 V eingestellt. Das Relais soll eine hochohmige Ausführung (etwa  $20 \text{ k}\Omega$ ) für maximal 0,5 mA Ansprechstrom sein. Da derartige Relais nicht immer leicht zu bekommen sind, folgt

noch eine Zusatzschaltung mit einfacherem Relais. Eine schnellere Wiederaufladung insbesondere bei voller Leistung kann erreicht werden, wenn anstelle der Transistoren OC 831 im Transverter die neuen 4-W-Transistoren OC 836 ... 838 verwendet werden. Für den Trafo ergeben sich dann folgende Windungszahlen:  $L_1 = 2 \text{ mal } 42 \text{ Wdg. } 0,9 \text{ CuL}$ ,  $L_2 = 2 \text{ mal } 18 \text{ Wdg. } 0,35 \text{ CuL}$ ,  $L_3 = 2 \text{ } 300 \text{ Wdg. } 0,12 \text{ CuL}$ . Die Stromaufnahme aus der Batterie liegt dann bei maximal 2,8 A, die Aufladezeit verkürzt sich um etwa 75% und gestattet dann schnelle „Schußfolgen“.

Bild 34 zeigt die Schaltung des Lampenstabes. Grundsätzlich ist der Selbstbau möglich, er bringt aber wegen des

Bild 34

Schaltung eines zum Blitzgerät nach Bild 33 passenden Lampenstabes



nicht ganz einfachen Aufbaues der Zündspule Z (die an die Blitzröhre abgegebene Zünd-Impulsspannung liegt bei etwa 20 000 V) kaum Vorteile. Für die Zündspule Z kann deshalb hier keine Bauvorschrift gegeben werden. Gut geeignet sind alte Induktionsspulen aus den Handgriffen alter „Hochfrequenz-Heilgeräte“, wenn ihre zuoberst liegende Primärwicklung auf etwa den doppelten Wert erhöht wird. Im übrigen halte man sich beim Selbstbau etwa an die Anordnung der industriellen Lampenstäbe. Beste Isolierung ist oberstes Gebot.

Bild 35 zeigt eine Möglichkeit, ein einfacheres Relais für die automatische Abschaltung zu verwenden. In Bild 33 entfallen dann R 3 und das Relais Rel, dafür wird bei A, B und C die in Bild 35 gezeigte Schaltung angeschlossen. Die genaue

Abschaltspannung wird jetzt mit R 3 in Bild 35 eingestellt. Das Relais Rel fällt hier bei vollendeter Aufladung ab und zieht während der Ladung an, was beim Anschließen des Relaiskontaktes rel in Bild 33 zu beachten ist. Transistor T 3 (OC 811 oder datenähnlicher Typ) muß hier eine hohe Stromverstärkung (mindestens 80 bis 90, möglichst über 100) aufweisen, das Relais soll wenigstens  $500\ \Omega$  Wicklungswiderstand haben und bei etwa 5 bis 10 mA anziehen. Ist auch dieses Relais nicht verfügbar, so kann T 3 eine geringere Stromverstärkung haben. Anstelle des Relais in Bild 35 tritt ein  $500\text{-}\Omega$ -Widerstand, der Emitter von T 3 wird mit

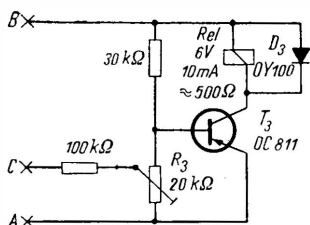
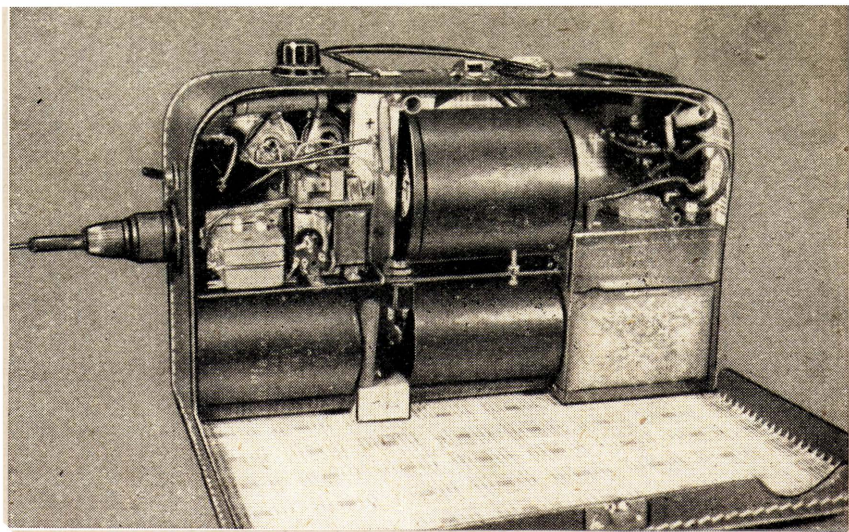


Bild 35

Zusätzliche Transistor-Schaltstufe für die automatische Abschaltung des Blitzgerätes nach Bild 33. Hierdurch wird die Verwendung eines weniger empfindlichen Relais ermöglicht

der Basis eines zweiten Transistors (Typ OC 821) verbunden. Dessen Emitter kommt an Punkt A, zwischen seinem Kollektor und Punkt B liegt nunmehr das Relais mit Paralleldiode D 3. Das Relais kann dann eine beliebige 6-V-Ausführung mit wenigstens 40 bis 50  $\Omega$  Widerstand und etwa 0,1 A Ansprechstrom sein. Hierfür genügen dann sogar unempfindliche Postrelais. Bild 36 zeigt den Innenaufbau des Blitzgerätes. Rechts unten sind der Akku, darüber das Meßwerk zu sehen, in Gerätemitte und links unten die 3 Blitzkondensatoren vom Typ BV-G 7273 (Spezialkondensatoren vom VEB Kondensatorenwerk Gera), die den meisten Raum einnehmen. Links oben befindet sich der Transverter- und Hochspannungsteil nach Bild 33. Die Haltebleche der 2 Transistoren sind direkt unter dem Leistungsumschalter sichtbar. Unter ihnen sitzt verdeckt der Trafo. In der Mitte des Zwischenbodens über den beiden unteren Blitzkondensatoren ist der Entladeschalter S 4 zu sehen.



**Bild 36 Innenaufbau des Blitzgerät-Koffers nach Bild 32 und 33. Rechts unten der Akku, links oben die Transvertereinheit, Koffermitte und links unten die Blitzgerät-Elkos vom Typ BV-G 7273 (Kondensatorenwerk Gera)**

## 6. INTERESSANTE SONDERANWENDUNGEN VON TRANSISTOREN

In diesem Abschnitt werden ein Metallsuchgerät sowie das Demonstrationsmodell eines Transistor-Oszillators mit geringstem Energiebedarf beschrieben. Das erstere dient zum Aufsuchen metallischer Gegenstände im Erdboden, in Mauerwerk oder dazu, unterirdische Leitungen zu verfolgen. Ähnliche Geräte werden in der Militärtechnik als Minensuchgeräte benutzt. Sie sind wegen ihres Funktionsprinzips von allgemeinem Interesse.

### 6.1 Metallsuchgerät mit 3 Transistoren

Ein Metallsuchgerät enthält fast immer eine Suchspule, die an einem Handgriff über die abzusuchende Fläche geführt wird. Kommt ein metallischer Gegenstand in das magnetische Feld dieser Suchspule — die fast immer Bestandteil eines Oszillator-Schwingkreises ist —, so wird ihre Induktivität und damit die Oszillatorfrequenz verändert. Im Gerät ist ein zweiter, auf einer festen Frequenz schwingender Oszillator vorhanden, dessen Schwingung nur wenig von der des „Suchoszillators“ abweicht und mit ihr überlagert wird. Der entstehende Überlagerungs-Pfeifton (etwa 1 kHz) wird mit Kopfhörer abgehört und ergibt, wenn der Suchspule ein Metallgegenstand genähert wird, eine deutliche Tonänderung.

Bild 37 zeigt die Schaltung eines einfachen, zum Nachbau geeigneten Gerätes. Die Suchspule war beim Mustergerät ein einfacher Ferrit-Antennenstab  $10 \cdot 120$  mm. T 1 bildet den Suchoszillator, der auf einer Frequenz von etwa 1 MHz schwingt. Der genaue Wert ist relativ unkritisch, er muß lediglich bis auf die für die Überlagerung erforderliche geringe Differenz mit dem Vergleichsoszillator T 2 übereinstimmen. Der Suchoszillator wird direkt mit der Suchspule zusammengebaut, zum Beispiel in eine kleine Kunststoff-Seifendose, an der der Ferritstab sitzt. Dieser muß natürlich statisch abgeschirmt werden, wie das auch für Fuchsjagd-Ferritpeilantennen bekannt ist (vgl. hierzu die Hinweise im

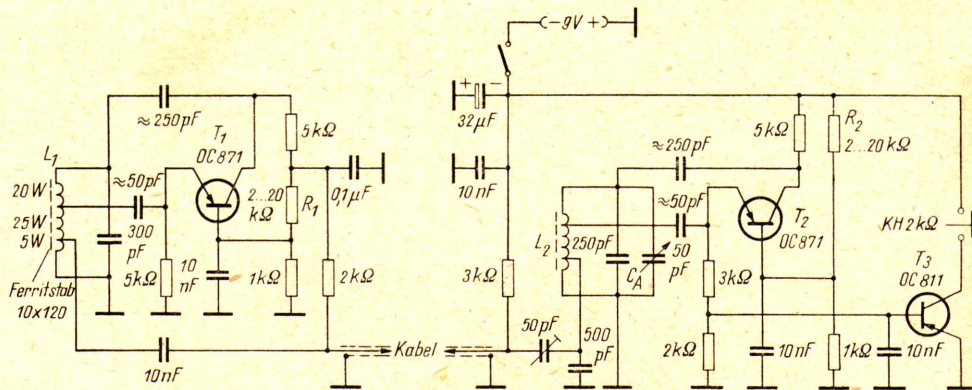


Bild 37 Schaltung des Metallsuchgerätes (Erklärung im Text) – Der 2-kOhm-Widerstand an der Basis von T<sub>3</sub> kann bedarfsweise verringert werden (je nach Exemplardaten von T<sub>3</sub>) –

Abschnitt 1.3). Der genaue Wert für R 1 und für die Koppelkondensatoren 50 pF und 250 pF ist transistorabhängig und wird durch Versuch ermittelt, ebenso — wenn nötig — die Anzapfungen der Spule. Die Betriebsspannung für den Suchoszillator wird zwecks Vereinfachung des Aufbaues mit über das HF-Abschirmkabel zugeführt, das die Schwingung des Suchoszillators zum Hauptgerät leitet. Hierfür ist Antennen-Koaxialkabel gut geeignet.

Die Reichweite des Ferritstabes beträgt nur etwa 10 bis 20 cm, wodurch eine Unterscheidung auch dicht benachbarter Gegenstände und das genaue Verfolgen beispielsweise unter Putz verlaufender Leitungen möglich werden. Für Anwendungen nach Art der Minensuchgeräte, das heißt zum Auffinden größerer Objekte auf größere Entfernung, muß die Suchspule großflächiger ausgebildet werden und bekommt dann die Form einer großflächigen Leiterschleife etwa nach Art einer Rahmenantenne. Man kann eine derartige Suchspule durch Einfädeln von etwa 30 Wdg. HF-Litze in ein kreisförmiges Vinidurrohr mit etwa 30 cm Durchmesser erhalten. L 1 wird dann durch einen Topfkern ersetzt und die Suchspule parallel zu L 1 geschaltet. Die Kreiskapazität ist auf ungefähr 600 pF zu erhöhen. Eine Ausstrahlung der Oszillatorfrequenz ist wegen der sehr geringen Leistung des Oszillators nicht zu befürchten.

Der zweite Oszillator mit T 2 ist dem ersten fast gleichartig. L 2 ist eine Topfkernspule, deren Windungszahl insgesamt bei etwa 70 bis 80 liegt. Sie wird ebenso wie die Lage der Anzapfungen (als Anhalt können die Angaben für L 1 in Bild 37 dienen) durch Versuch ermittelt. Für R 2 und die Kondensatoren 50 pF und 250 pF gilt wieder das bei T 1 Gesagte. Die vom Suchoszillator kommende HF-Spannung wird über den 50-pF-Trimmer, der mit dem dahinter gegen Masse liegenden 500-pF-Kondensator einen Spannungsteiler bildet, in den Vergleichsoszillator eingekoppelt. Der Trimmer wird dabei so eingestellt, daß der Überlagerungston gerade gut hörbar wird, ohne daß der Suchoszillator den Vergleichsoszillator in der Frequenz „mitnimmt“. Mit dem Abstimmungskondensator  $C_A$  kann die Schwebungsfrequenz verändert beziehungsweise bei späterem „Weglaufen“



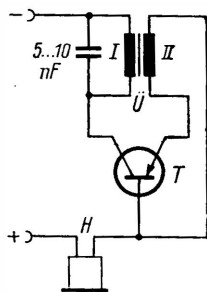
eines Oszillators wieder auf den Sollwert von etwa 1 kHz gebracht werden. L 2 soll einen Abgleichkern haben. Es kommt beim Abgleich darauf an, die Frequenz des Vergleichsoszillators in Mittelstellung von  $C_A$  auf eine Frequenz einzustellen, die etwa 1 kHz neben der des Suchoszillators liegt, dessen Suchspule dabei natürlich frei im Raum stehen muß. T 2 arbeitet gleichzeitig als Mischtransistor und Demodulator. T 3 sorgt für eine — hier sehr einfach gehaltene — NF-Nachverstärkung. In seinem Kollektorkreis liegt der Kopfhörer KH. Das Hauptgerät mit T 2, T 3 und den Batterien wird als kleines Tragegerät mit Schulterriemen getragen, als Handgriff für Suchoszillator und Suchspule eignet sich ein Besenstiel. Für die Batterien kommen zwei Flachbatterien in Frage. Ein Durchschlagen stärkerer Rundfunkstationen durch die Antennenwirkung der Suchspule, das auch nicht weiter stören würde, wurde beim Mustergerät nicht beobachtet, obwohl das Gerät im Sender-Nahfeld eines nur etwa 50 kHz neben der Suchgerät-Frequenz arbeitenden Mittelwellensenders getestet wurde.

## 6.2 NF-Generator mit „Sonnenbatterie“

Ein interessantes und sehr einfaches Demonstrationsmodell, dessen praktische Verwertung dem Einfallsreichtum des Bastlers überlassen bleiben mag, zeigt den erstaunlich geringen Leistungsbedarf von Transistorschaltungen. Nach Bild 38 läßt sich ein einfacher NF-Generator aufbauen, der schaltungsmäßig eine in Basisschaltung arbeitende Meißner-

Bild 38

Schaltung des Demonstrations-Transistorsummers. Das Versuchsmuster hatte einen Leistungsverbrauch von nur einem millionstel Watt (Erklärung im Text)



schaltung darstellt. Die NF-Schwingung wird hier mit einem Hörer H nachgewiesen, der beim Mustergerät ein Klein-Ohrhörer des Typs KN 04 (VEB Meßgerätewerk Zwönitz) war. Ein normaler Kopfhörer erfüllt den gleichen Zweck. Transistor und Übertrager Ü sind ebenfalls ganz unkritisch. Das Übersetzungsverhältnis des Übertragers soll bei etwa 1 : 3 bis 1 : 10 liegen, im Mustergerät wurde der Kleinstübertrager Typ 5 K 10 verwendet, wobei I die hochohmige, II die niederohmige Wicklung ist. Wenn der Transistor eine Stromverstärkung von wenigstens 35 bis 40 hat, ist auch der „Sternchen“-Übertrager-Typ K 20 (Anschlüsse rot/weiß für I, grün/schwarz für II) oder K 21 (rot/grün für I, Lautsprecherwicklung für II) zu verwenden. Die richtige Polung ist auszuprobieren. Als Transistor reichte im Mustergerät schon ein wahllos herausgegriffener billiger „Bastlertyp 25 mW“ mit einer Stromverstärkung von nur 12 aus. Alle Transistoren der Typenreihe OC 810...822, 824...829, 870...872 sowie die entsprechenden „Bastlertypen“ sind verwendbar. Das Mustergerät — das nicht etwa auf besonders geringen Leistungsbedarf „gezüchtet“ war — benötigte dabei zum Anschwingen nur 0,1 V, wobei die Stromaufnahme ganze 10  $\mu$ A betrug! Das entspricht einer Leistungsaufnahme von nur 1  $\mu$ W =  $10^{-6}$  W, wobei im Hörer bereits ein recht kräftiger Summton hörbar wird. Der Kondensator an Wicklung I kann sogar auch noch entfallen, er ergibt lediglich einen saubereren, „melodischeren“ Summton. Für die Stromversorgung dieses Miniatur-Summers ergeben sich nun einige originelle Möglichkeiten: Zunächst kann der Summer mit einer „Sonnenbatterie“, gespeist werden. Bild 39 zeigt diese Anordnung (rechts die „Sonnenbatterie“, in Bildmitte der Kleinhörer, links im Glasröhrchen der Summer). Die „Sonnenbatterie“ ist hier ein Selen-Fotoelement aus einem üblichen fotoelektrischen Belichtungsmesser. Bereits das Licht eines trüben Tages reicht zum Betrieb voll aus. Da hier die Lichtenergie unmittelbar in elektrische Energie umgesetzt wird, die — durch die Transistorschaltung „zerhackt“ — die Hörermembran zu mechanischen Schwingungen anregt, ist gleichzeitig der experimentelle Beweis für die Tatsache erbracht,

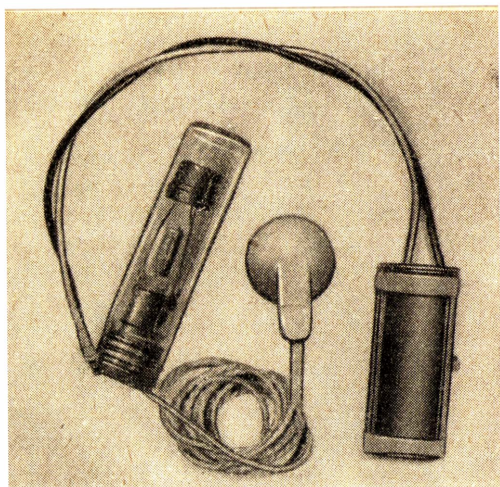


Bild 39 Das Gerät nach Bild 38, hier mit einem Selen-Fotoelement (rechts im Bild) als „Sonnenbatterie“. In Bildmitte der Kleinhörer. Der Transistorsummer (links) wurde in ein Tablettenröhrchen eingebaut

daß auch das Licht eine Energieform darstellt beziehungsweise eine Kraftwirkung auszuüben imstande ist. Dieser mit „kosmischer Energie“, gespeiste Generator wäre demzufolge unbegrenzt lebensfähig und würde — sich selbst überlassen — auch im kommenden Jahrhundert noch fleißig summen, sofern er unter Lichteinwirkung steht.

Wie Bild 39 zeigt, wurde das Mustergerät in ein normales Tablettenröhrchen eingebaut. Bild 40 zeigt eine weitere Betriebsmöglichkeit. Als Stromquelle dient hier ein Apfel, in den als Elektroden ein Eisendraht und ein Kupferdraht (Kupfer = Pluspol) wenige Millimeter tief eingestochen wurden. Zusammen mit der Fruchtsäure bildet das Ganze ein galvanisches Element, dessen geringe Energieabgabe bei weitem ausreicht. Eine Zitrone anstelle des Apfels liefert bereits soviel Energie, daß der Summer kräftig zu schnarren beginnt. Weitere Möglichkeiten für „galvanische

Elemente“ sind Essigwasser oder Zitronenwasser, jeweils mit Kupfer und Eisen, besser noch Kupfer und Zink, als Elektroden. Verwenden wir eine Bleistiftmine als Pluspol und ein Zinkstück als Minuspol, dann tut es schon etwas Selterswasser.

Bild 41 zeigt den Aufbau des Mustergerätes. Als „Chassis“ dient der zum Tablettenröhrchen passende Korkstopfen. Auf ihm stehen — mit einem Tropfen Duosan festgelegt — der Kleinübertrager Typ 5 K 10, darüber der kleine Kondensator und oben der Transistor. Einfacher ist der Aufbau kaum noch denkbar.

Dieses kleine Demonstrationsmodell soll — wie alle in diesem Büchlein beschriebenen Schaltungen und Geräte — die Vielseitigkeit der Transistoren und die zahlreichen Möglichkeiten, die die moderne Halbleitertechnik auch dem Amateur bietet, zeigen und ihn zum tieferen Eindringen in diese Technik und zur weiteren Beschäftigung mit Halb-

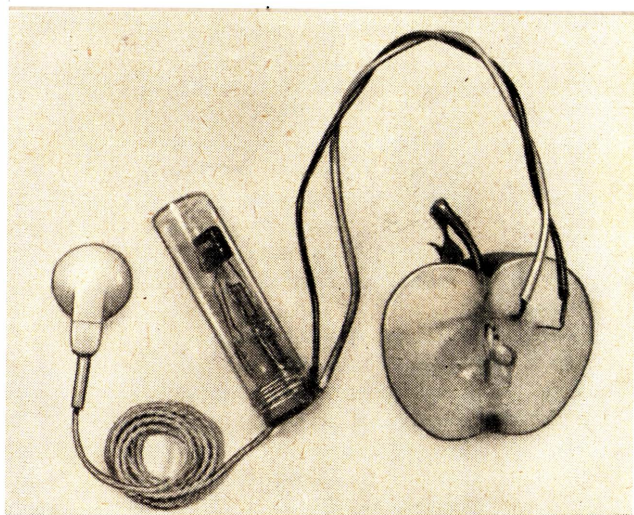
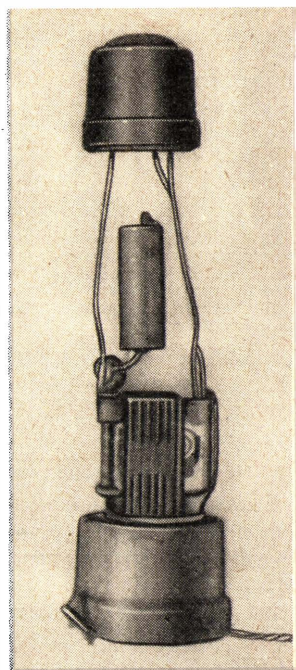


Bild 40 Der Transistorsummer nach Bild 38. Als „Batterie“ ein aufgeschnittener Apfel, als Elektroden ein Kupfer- und ein Eisendraht. Der Summer eignet sich ganz allgemein für den Nachweis geringer Gleichspannungen

**Bild 41**

Der Aufbau des Transistorsummers nach Bild 38 bis 40 erfolgte auf dem zum Tablettenröhrchen gehörenden Korkstopfen (unten). Darauf steht der Übertrager  $\bar{U}$  — hier ein Kleinstübertrager Typ 5 K 10 —, über ihm der Kondensator, ganz oben der Transistor



leiterbauelementen anregen. Allen, die sich näher mit den theoretischen Grundlagen der Transistortechnik — die in diesem für den Praktiker bestimmten Büchlein nur am Rande gestreift werden konnten — beschäftigen wollen, sei neben den schon mehrfach zitierten Broschüren dieser Reihe das im gleichen Verlag erschienene, preiswerte Buch von H.-J. Fischer, „Transistortechnik für den Funkamateur“ empfohlen.

# Inhalt

## 1. Empfänger

1.1 Batterieliebse Empfänger mit Transistorspeisung aus der Ortssender-Energie .....	7
1.2 Transistorsuper für Mittelwelle mit 6 Transistoren .....	12
1.3 80-m-Fuchsjagdkonverter als Zusatzgerät zu üblichen Mittelwellen-Taschenempfängern .....	18

## 2. NF-Verstärker, Elektroakustik

2.1 Verstärkeranlage in Kleinstbauweise .....	25
2.2 Hochwertiger Mikrofonvorverstärker .....	29
2.3 Telefon-Wiedergabe-Verstärker .....	37
2.4 Transistor-Megafon .....	43
2.5 Gegentakt-Leistungsverstärker für 2,5 W ohne Übertrager („eisenlose Endstufe“) .....	45

## 3. Schwingungserzeuger für Hoch- und Niederfrequenz

3.1 Festfrequenz-Quarzoszillator ohne Induktivitäten ..	48
3.2 Einfacher NF-Sperrschwinger-Tongenerator für eine Frequenz .....	50
3.3 Durchstimmbarer NF-Tongenerator für 30 Hz bis 30 kHz .....	51
3.4 NF-Leistungs-Tongenerator für eine Festfrequenz .....	54

## 4. Stromwandler (Transverter)

4.1 Gegentakt-Leistungstransverter für 5 W Ausgangsleistung .....	57
---	----

## 5. Elektronik

5.1 Leistungs-Blinklichtgeber für Kraftfahrzeuge .....	61
5.2 Transistor-Metronom .....	64
5.3 Transistor-Lichtschranke mit Selbsthalteschaltung .....	66
5.4 Foto-Elektronenblitzgerät mit Transistoren .....	74

## 6. Interessante Sonderanwendungen von Transistoren

6.1 Metallsuchgerät mit 3 Transistoren .....	82
6.2 NF-Generator mit „Sonnenbatterie“ .....	85

# Der praktische Funkamateur

Heft 1	K. Andrae	Der Weg zur Kurzwelle (3. Aufl. 1963)
Heft 2	H. Jakubaschk	Tonbandgeräte selbstgebaut (3. Aufl. 1962)
Heft 5	H. Brauer	Vorsatzgeräte für den Kurzwellen- empfang (2. Aufl. 1962)
Heft 7	E. Scheller	Fuchsjagd-Peilempfänger Fuchsjagd-Sender (2. Aufl. 1962)
Heft 8	K.-H. Schubert	Praktisches Radiobasteln I (2. Aufl. 1961)
Heft 9	K.-H. Schubert	Praktisches Radiobasteln II (2. Aufl. 1961)
Heft 10	O. Morgenroth	Vom Schaltzeichen zum Empfängerschaltbild (2. Aufl. 1962)
Heft 11	Autorenkollektiv	Amateurfunkprüfung in Frage und Antwort (2. Aufl. 1963)
Heft 12	F. W. Fußnegger	Meßtechnik für den Kurzwellen- amateur
Heft 13	K.-H. Schubert	Miniaturröhren und ihre Schaltungstechnik (2. Aufl. 1962)
Heft 14	H. Jakubaschk	Fernsehempfänger selbstgebaut (2. Aufl. 1962)
Heft 15	K. Rothammel	UKW-Amateurfunk (2. Aufl. — Doppelband — 1963)
Heft 16	K.-H. Schubert	Praktisches Radiobasteln III
Heft 17	Fischer/Blos	Transistor-Taschenempfänger selbstgebaut (3. Aufl. 1963)
Heft 18	H. Jakubaschk	Meßplatz des Amateurs
Heft 19	Th. Reck	Höchstfrequenztechnik und Amateurfunk
Heft 20	H. Jakubaschk	Transistorschaltungen I (3. Aufl. 1962)

Heft 21	O. Kronjäger	Formelsammlung für den Funk- amateur (2. Aufl. 1963)
Heft 22	W. Schurig	Fernsehtechnik und Fernseh- praxis
Heft 23	O. Morgenroth	Funktechnische Bauelemente Teil I (2. Aufl. 1962)
Heft 24	R. Schmidt	Schwingungserzeugung mit Elektronenröhren
Heft 25	Klaus K. Streng	Niederfrequenzverstärker
Heft 26	K. Schlenzig	Die Technik der gedruckten Schaltung für den Amateur Teil I
Heft 27	T. Pricks	UKW-Vorsatzgeräte Teil I
Heft 28	H. Jakubaschk	Elektronikschaltungen für Amateure
Heft 29	K.-H. Neumann	Funktechnische Satelliten- beobachtung





**DEUTSCHER MILITÄRVERLAG**